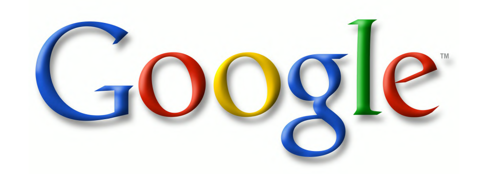


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/


LANE MEDICAL LIBRARY STANFORD
2 45 0416 6136





LIBRARY

Seidel Collection

HISTORY OF MEDICINE
AND NATURAL MEDICINE

AMERICAN BANK NOTE CO LITHO

Die

Bronzen und Kupferlegirungen

der

alten und ältesten Völker,

mit Rücksichtnahme auf jene der Neuzeit

von

Dr. Ernst Freiherrn von Bibra.

Erlangen 1869.

Verlag von Ferdinand Enke.

61285

Druck von E. Th. Jacob in Erlangen.



Dem Herrn

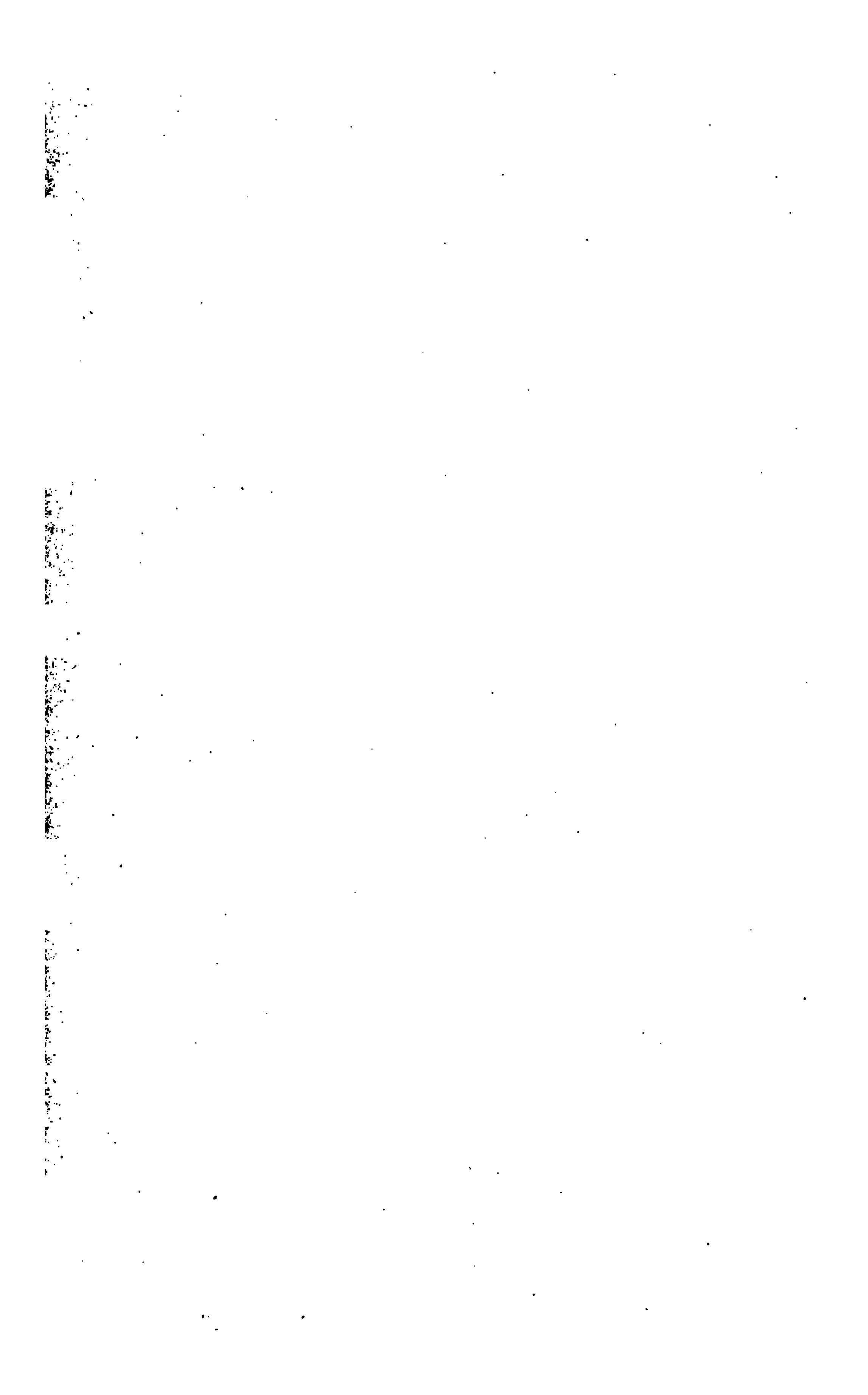
Oberst Carl von Gemming

seinem lieben, langjährigen Freunde

widmet die nachstehende kleine Schrift

hochachtungsvollst freundlich

der Verfasser.



Vorwort.

Vor etwa vier Jahren begann ich eine kleinere Reihe von Untersuchungen macedonischer und griechischer Münzen. Diese Reihe vergrösserte sich durch die Analyse einiger anderer antiker Bronze-Gegenstände, und als sie endlich ein Volumen erreicht hatte, welches für eine Abhandlung in einer chemischen Zeitschrift offenbar zu umfangreich gewesen wäre, fasste ich den Plan zu der vorliegenden kleinen Schrift.

Ich betrachte dieselbe als eine Zusammenstellung des grösseren Theiles der Arbeiten, welche über die chemische Zusammensetzung der älteren Kupferlegirungen bereits vorliegen, und suchte durch meine Arbeiten diese Zusammenstellung nach Kräften zu vergrössern.

Ob diese Zusammenstellung, ob meine eigenen Arbeiten den Archäologen irgendwie von Nutzen sein werden, ich weiss es nicht. Jedenfalls wäre ich zufrieden mit dem Erfolge derselben, wenn durch sie die Archäologie in den Stand gesetzt oder veranlasst würde, bestimmte Fragen an die Chemie zu stellen.

Mancherlei Lücken, welche sich sowohl in den Arbeiten Anderer, als in den meinigen fanden, hätte ich gerne auszufüllen gesucht, aber wenn der Mangel an Material mich daran verhinderte, so war das nicht meine Schuld.

Die betreffenden, Lücken füllenden Artikel sind nicht alle auf antiquarischem Wege käuflich zu erstehen.

Eben so wenig sind die Brosamen vom Tische des Reichen, die archäologisch werthlosen Fragmente grosser Sammlungen, immer für einen armen Privatchemiker zu erlangen.

Aber ich betrachte das, wie man gegenwärtig zu sagen liebt: als einen überwundenen Standpunkt, und schreite dafür zu der höchst angenehmen Pflicht denen meinen verbindlichsten Dank zu bringen, welche mich bei meiner Arbeit auf die wohlwollendste Weise unterstützten.

Unbedingt die vortrefflichsten Gaben habe ich aus Russland erhalten. Die ausgezeichnete Reihe von Gegenständen, welche mir durch Vermittlung des Herrn Staatsrathes von Stephani aus der kaiserlichen Ermitage zu St. Petersburg zukam, ist doppelt schätzbar, einerseits durch ihre Reichhaltigkeit, auf der andern Seite durch ihre genaue Bestimmung, welche auch kleineren Fragmenten für den Zweck der Untersuchung vollen Werth ertheilt, und die ermöglicht wurde durch die grossartigen und von der kaiserlichen archäologischen Commission in durchaus wissenschaftlicher Weise geleiteten Ausgrabungen. Es ist nicht das erste Mal, dass mir das Vergnügen wird für solche wissenschaftliche, mir von Russland zugekommene Unterstützung meinen Dank auszusprechen, denn schon vor mehreren Jahren wurde mir

von dort, für eine grössere Arbeit über das Getreide, eine ähnliche, für meine Untersuchungen unschätzbare, Sammlung von Getreidearten zu Theil. —

Zu grossem Danke bin ich ferner verpflichtet meinem verehrten Freunde, dem Herrn Oberst von Gemming in Nürnberg, der mir nicht nur bei der Bestimmung von Münzen und anderen antiken Bronzen stets auf das bereitwilligste mit Rath und That beistand, sondern auch aus seinem bekannten, reichhaltigen numismatischen Kabinete und andern archäologischen Sammlungen eine grosse Anzahl von Exemplaren auf die uneigennützigste Weise zur Verfügung stellte.

Dankend habe ich fernerhin zu erwähnen des historischen Vereins für Niedersachsen in Hannover.

Des germanischen Museums in Mürnberg.

Des historischen Vereines in Würzburg.

Dann der Herren:

Professor Desor in Neuchatel.
Freiherr A. von Gross in Würzburg.
Oberbergrath Dr. Gümbel in München.
Bezirksgerichtsrath von Hörmann in Nürnberg.
Professor Lindenschmit in Mainz.
Dr. Loos in Heidenfeld.
Dr. Muck in Bonn.
Lehrer Nunn in Volkertshausen.
Hofantiquar Pikert in Nürnberg.
Freiherr von Schlagintweit auf der Jägersburg.
Oberst von Schönemark in Berlin.
Landgerichtsrath Settegart in Coblenz
Stud. med. Wolf in Würzburg

und endlich der Herren: Kugler, Scharrer, Seitz und Dr. Seelhorst, welche mich mit Kupfer und Zinksorten versahen.

Tausend Entschuldigungen wenn ich irgend einen der verehrten Geber nicht bezeichnet haben sollte! Freilich wohl mag das vielleicht der Fall sein, zuverlässig aber ist diese Vergesslichkeit keine absichtliche gewesen.

Bezüglich der Ordnung und Zusammenstellung der untersuchten Kupferlegirungen habe ich Folgendes zu bemerken.

Ich begann mit den Römern, weil einerseits von denselben die grösste Anzahl von Analysen vorlag, und weil, auf der andern Seite, eben von den Römern, auch die meisten Notizen vorliegen bezüglich der Art und Weise, wie sie ihre Kupferlegirungen behandelten.

Vielleicht entschuldigt man dies, nimmt aber Bedenken ein Gleiches zu thun, mit der Eintheilung nach der Landesgrenze, welche ich in Betreff der Funde und Ausgrabungen auch ferner eingehalten habe. Aber ich wusste keinen andern Ausweg, ja ich war gezwungen mich selbst theilweise der neuen Grenzen zu bedienen, da es nicht selten, hinsichtlich der alten, gewisse Hacken und Häckchen hat. Wenn ich aber hie und da und, ich kann wohl sagen, fast unwillkürlich, auf das Feld der Archäologie gerathen bin, und vielleicht allerlei ketzerische Ansichten aussprach, so kann ich nichts Anderes thun, als zu bitten, mir das gefälligst zu vergeben.

Nürnberg im Dezember 1868.

Bibra.

Inhaltsverzeichniss.

Gang der chemischen Untersuchung.

Da die vorliegende Arbeit vorzugsweise eine chemische ist, so muss vor Allem die Methode angegeben werden, welche bei der chemischen Analyse der untersuchten Bronzen, oder besser: der Kupferlegirungen, eingeschlagen wurde..

Die Summa bereits vorhandener, im ähnlichen Sinne wie die vorliegende, unternommenen Arbeiten, so wie meine eigene, ergeben folgende Körper, auf welche in älteren und neueren Kupferlegirungen zu suchen war:

Zinn, Antimon,
Arsen, Gold,
Platin.

Diese fünf Substanzen sind, bisweilen mit etwas Blei und Schwefel als schwefelsaures Blei, in dem in Säure unlöslichen Rückstande enthalten. Die folgenden:

Kupfer, Eisen,
Blei, Zink,
Schwefel, Nickel,
Silber, Kobalt,

befinden sich, wenn vorhanden, in dem in Säure löslichen Theile.

Zur Reinigung der zur Analyse bestimmten Stücke habe ich mich theils mechanischer, theils chemischer Hülfsmittel bedient, wie es eben die Form, wohl auch die Cohärenz des Gegenstandes bedingte. Zu den ersteren gehörte das Abschaben mit einem kleinen scharfen Stahlmeisel, oder mit einem zweckmässig geformten Messer, mitunter auch die Feile, diese jedoch nur im Nothfalle.

Auf chemischem Wege wurde vorzugsweise Ammoniak oder rohe, rauchende Salpetersäure angewendet, welche beide unter Umständen vortrefflich geeignet sind, Gegenstände von Bronze, Messing und anderen Kupferlegirungen zu reinigen, wenn es darauf ankommt die Patina zu entfernen, um durch dieselbe unkenntlich gemachte Schriftzüge oder Aehnliches besser erkennen zu können, oder wenn man die Stücke überhaupt blank zu haben wünscht.

Auf der andern Seite ist wieder durch Ammoniak ein, gewissen Arten antiker Patina sehr ähnlicher Ueberzug zu erhalten, und ich habe wohl weiter unten Gelegenheit hierauf zurück zu kommen.

Bedeutend intensiver und rascher als Ammoniak, wirkt die rohe rauchende Salpetersäure.

Der Gegenstand wird einen Augenblick lang in die Säure getaucht, dann rasch nacheinander, in verschiedenen Gefässen, mit Wasser abgespült, und durch mehrmaliges Wiederholen dieses Verfahrens erhält man stets eine reine und glänzende metallische Oberfläche, welche Nichts zu wünschen übrig lässt, wenn nicht eben das Stück selbst bis tief in die Masse oxydirt, und wie es nicht allzuselten vorkommt, durchweg brüchig ist.

Kaum wird die eigenthümliche Farbe der Legirung auf irgend eine andere Weise so rasch und sicher erhalten, aber es gehört einige Uebung zur Durchführung, denn eine einzige Sekunde zu langes Verweilen in der Säure genügt häufig die schon vollkommen reine und glänzende Oberfläche des Stücks wieder unscheinbar zu machen. Der günstige Erfolg dieses Verfahrens ist ohne Zweifel durch die niederen Oxydationsstufen von Salpetersäure bedingt, und bisweilen suchen die Techniker, beim sogenannten »Gelbbrennen« die schwach gewordene Säure zu corrigiren, indem sie Schnupftabak, Sägespähne und andere Dinge in dieselbe bringen. —

Zur Lösung der gereinigten Stücke habe ich mich der reinen Salpetersäure bedient. Es ist nicht nöthig die Stücke vorher zu verkleinern, noch beim Lösen kleine anzuwenden, indem die, mit der Säge von grösseren Exemplaren abgenommenen Gewichtsmengen von 1.0 — 1.5 bis 2.0 Gram, sich leicht und vollkommen während einiger Stunden in der Kälte lösen.

Bei derberen, und stark zinnhaltigen Stücken bleibt nach der Lösung das Zinnoxyd bisweilen als eine schwammige Masse zurück, welche man mit einem Glasstabe zertheilen kann, die aber keine metallische Substanz mehr enthält.

Ist das Metall vollständig oder bis auf einen weissen Bodensatz in der Säure gelöst, so wurde die Lösung mit einigem Wasser verdünnt und in einer Porzellanschale im Sandbade abgedampft.

Man darf das Abdampfen nicht so weit fortsetzen, dass die Masse über dem Feuer vollständig trocken wird. Es reduzirt sich hierbei häufig ein Theil des Kupfers zu schwarzem Oxyde, das stets anwesende Eisen scheidet sich dann ebenfalls als Oxyd aus und widersteht jetzt hartnäckig der Einwirkung von Salpetersäure, so dass längere Digestion nöthig ist, um es vollständig wieder in Lösung zu bringen.

Man muss daher, wenn die Lösung anfängt dickflüssig zu werden, dieselbe vom Feuer nehmen. Sie erstarrt dann beim Erkalten rasch zu einer krystallinischen Masse, und hat sich auch ein kleiner Theil Eisenoxyd abgeschieden, so ist dieser jetzt leicht und vollständig in Salpetersäure löslich.

Nicht selten, und besonders bei einigermassen zu starker Erwärmung, scheidet sich bei der Behandlung der Kupferlegirungen mit Salpetersäure auch ein basisches Kupfersalz ab *). Es ist dies wahrscheinlich dasselbe Salz, welches nach Graham der Formel

$$3\,CuO,\ NO_5 + HO$$

entspricht, nach Gerhard und Kühn aber

$$4\,CuO,\ NO_5 + 3\,HO \text{ ist.}$$

Ich glaube gefunden zu haben, dass die Bildung dieses Salzes leichter und in grösseren Mengen stattfindet, wenn nicht unerhebliche Mengen

*) Vid.: Rose, analyt. Chemie 1851. B. II. p. 288.

Zinnoxyd in der Legirung anwesend sind, und das zwar auch bei Anwendung von vollkommen reiner Salpetersäure. Hat man aber, versuchsweise, etwa um die Auflösung zu befördern, nur eine geringe Menge rauchender Salpetersäure zugesetzt, so scheiden sich beträchtliche Mengen des Salzes aus.

Es ist hellblau und theilt dem übrigen Rückstande diese Farbe ebenfalls mit, Salpetersäure löst es so wenig wie Wasser, äusserst leicht und vollständig wird es aber auch selbst von verdünntem Ammoniak aufgenommen.

Indessen zeigt dieses, mit dem Zinnoxyde zugleich niedergefallene Kupfersalz ein etwas abweichendes Verhalten von dem Salze, welches direkt durch Behandlung von Kupfer mit rauchender Salpetersäure erhalten wird.

Das zugleich mit dem Zinnoxyde erhaltene Kupfersalz ist in reiner Salpetersäure unlöslich, es wird von Ammoniak leicht aufgenommen, übersättigt man aber die Lösung wieder mit reiner Salpetersäure, so fällt abermals ein hellgrüner Niederschlag, der in Ammoniak vollständig wieder löslich ist und nach dem Glühen reines, schwarzes Kupferoxyd zurück lässt.

Ich habe als Gegenprobe reines Kupfer mit stärkster, reiner, rauchender Salpetersäure behandelt. Es entstand sowohl in der Kälte, als auch bei Anwendung von Wärme im Wasserbade, nur geringe Reaktion auf das Metall, welches sich nur stellenweise mit einer dünnen Lage des hellgrünen Salzes bedeckte, während die Flüssigkeit schwach grünlich gefärbt erschien. Zusatz von Wasser, selbst in geringer Menge, rief aber sogleich eine stürmische Einwirkung hervor, sämmtliches Kupfer löste sich, es fiel eine ziemliche Menge des hellgrünen Salzes zu Boden, und die über demselben stehende blaue Flüssigkeit ergab bei freiwilliger Verdunstung dunkelblaue, prismatische Krystalle.

Das hellgrüne, basische, auf die angegebene Weise erhaltene Salz, nach dem Waschen über Chlorcalcium getrocknet, ist jetzt in reiner, nicht rauchender Salpetersäure ziemlich leicht löslich, obgleich es vorher aus mit Wasser verdünnter, rauchender Säure niedergefallen, und löst sich eben so in Salzsäure und in Essigsäure. Durch Schwefelsäure wird es in ein weisses Pulver, wohl wasserfreies, schwefelsaures Kupferoxyd verwandelt, und Ammoniak löst es vollständig, Säuren fällen es aber nicht wieder aus.

Ich habe die Ursachen dieser Verschiedenheit vorläufig nicht weiter berücksichtigt, da es mir vorzugsweise auf eine zweckmässige Methode der Untersuchung der Kupferlegirungen ankam, und ich komme jetzt auf diese zurück.

Aus der, wie eben angegeben, abgedampften, wieder mit Wasser, und zur Entfernung des Eisens mit etwas Salpetersäure behandelten Lösung der betreffenden Kupferlegirung ist jetzt unter Umständen ein Rückstand erhalten worden, welcher enthalten kann: Das so eben besprochene Kupfersalz, Zinn, Antimon, Arsen, Gold und Platin, und endlich kleine Mengen von Blei.

Was das basische Kupfersalz betrifft, so ist seine Anwesenheit von vorn herein als ein analytischer Fehler zu betrachten, und man thut besser, steht Material zu Gebot, den Versuch zu wiederholen. Ist diess indessen nicht der Fall, so wird der vollkommen mit Wasser gewaschene Rückstand mit Ammoniak versetzt. Färbt sich dieses blau, so war das Kupfersalz anwesend und man hat den Rückstand so lange mit Ammoniak zu behandeln, bis sich dieses nicht mehr färbt.

Die blaue ammoniakalische Flüssigkeit wird jetzt mit Schwefelwasserstoff behandelt, und nachdem sich die geringe Menge Schwefelkupfer abgesetzt hat, kann dieselbe abfiltrirt, mit Salpetersäure gelöst, und mit der vom Rückstande filtrirten Lösung vereinigt werden.

Das Filtrat von dieser geringen Menge Schwefelkupfer, welches noch Schwefelwasserstoff enthält, wird jetzt mit Salzsäure mässig angesäuert. Ist Arsen im Rückstande gewesen, so ist ein Theil desselben gleichzeitig mit dem Kupfer durch das Ammoniak ausgezogen worden, und fällt jetzt mit hellgelber Farbe als Schwefelarsen. Ist dies nicht der Fall, so war der Rückstand arsenfrei; zeigt sich aber das gelbe Schwefelarsen, so wird der Rückstand noch einigemale mit Ammoniak behandelt, bis sich die ammoniakalische Flüssigkeit arsenfrei zeigt, und die vereinigten Mengen Schwefelarsens, sind sie erheblich genug, können als arsensaure Ammoniak-Magnesia bestimmt werden. Aber dieser Fall ist mir nur selten vorgekommen.

Den, wie angegeben, mit Ammoniak behandelten Rückstand habe ich mit Wasser vom Ammoniak sorgfältig befreit und hierauf mit concentrirter Kleesäure behandelt. Es genügen einige Stunden, um in der abgegossenen Säure durch Schwefelwasserstoff Antimon nachzuweisen. In diesem, bei den Analysen der Kupferlegirungen sehr häufig eintretenden Falle wird, wie vorher das Arsen durch Ammoniak, jetzt das Antimon durch wiederholte Behandlung mit Kleesäure ausgezogen, durch Schwefelwasserstoff gefällt, die erhaltenen Niederschläge auf einen kleinen, tarirten Filter gesammelt, und nach dem Trocknen bei 1000 C., als Schwefelantimon bestimmt.

Ich muss hiebei bemerken, dass der bei diesem Verfahren erhaltene, oft sehr geringe Niederschlag von Schwefelantimon nicht immer die bekannte rothgelbe Farbe besitzt, sondern nicht selten schmutzig rothgelb oder bräunlich gefärbt ist. Sehr geringe, und in den meisten Fällen im Rückstande mit Jodkalium nachweisbare Mengen von Blei tragen vielleicht hieran die Schuld. Um sich aber von der wirklichen Anwesenheit des Antimon zu überzeugen, leistet die ausgezeichnete von Fresenius*) angegebene Reaktion vermittelst Zink-Platin die vortrefflichsten Dienste. Ich habe mich derselben, in zweifelhaften Fällen, stets mit dem grössten Vortheile bedient, und zugleich alle von Fresenius am angegebenen Orte bekannt gegebenen, weiteren Reaktionen, bezüglich des Verhaltens anderer Metalle gegen die Zink-Platinkette ohne Ausnahme bestätigt gefunden.

Arsen und Antimon sind jetzt, wenn anwesend, nachgewiesen und, wenn möglich, bestimmt.

Ausser Zinnoxyd kann der Rückstand nun noch Gold oder Platin, und zugleich Spuren von Blei enthalten.

Bezüglich des Platin, so ist mir dasselbe niemals während meiner Untersuchung der Kupferlegirungen vorgekommen, und auch das Gold nur selten in so grossen Mengen, dass es nöthig oder thunlich gewesen wäre, dasselbe gewichtlich zu bestimmen. Ist das der Fall, so erhält man ganz gute Resultate, wenn man das goldhaltige Zinnoxyd glüht, wägt und hierauf mit Salpeter-Salzsäure behandelt. Das Gold löst sich leicht und vollkommen, und fällt eben so vollkommen durch Schwefelwasserstoff aus der mit etwas Wasser verdünnten Auflösung als schwarzes Schwefelgold, welches sich durch Glühen leicht wieder in regulinisches Metall überführen lässt, und dessen Gewicht man von der vorher erhaltenen Menge des goldhaltigen Zinnoxydes abzieht.

---

*) Zeitschrift für analytische Chemie 1862. I. p. 444.

Frischgeglühtes Zinnoxyd in dem Zustande, wie es durch die Behandlung mit Salpetersäure erhalten wird, ist nur sehr wenig löslich in Salpeter-Salzsäure, während alles Gold vollständig in Lösung gegangen ist; sind aber Spuren von Zinn gelöst worden, so scheiden sich diese erst nach einiger Zeit aus der sauren, mit Schwefelwasserstoff behandelten Lösung als gelbes Zinnsulfid ab, während das Schwefelgold augenblicklich fällt und vollständig abfiltrirt werden kann.

Dieses Verfahren reicht für die hier vorkommenden Fälle vollständig aus, und Spuren von Gold können durch dasselbe ebenfalls leicht erkannt werden. Im Uebrigen sind dieselben schon anfänglich in der Lösung zu erkennen, und das zwar selbst die, welche von oberflächlicher Vergoldung herrühren, und können eben so leicht mit freiem Auge, oder einer Luppe in dem Zinnoxyde, welches man auf dem Filter gesammelt und zum Abtrocknen auf Löschpapier ausgebreitet hat, wahrgenommen werden.

Es ist indessen jetzt an der Zeit Bekenntnisse zu machen, und wenn vielleicht eben nicht reumüthig, doch offen, einige chemische Sünden einzugestehen.

Diese Geständnisse, sie betreffen das Wismuth, den Phosphor, die Kohle, und theilweise auch das Blei, welches sich als schwefelsaures Blei im Rückstande befindet, welchen man durch Eindampfen der salpetersauren Lösung erhält, und welcher so eben besprochen wurde.

Ich habe dieses Blei quantitativ nicht weiter berücksichtigt und mich begnügt, seine Anwesenheit qualitativ nachzuweisen, indem ich eine geringe Menge des Zinnrückstands mit verdünnter Salpetersäure und hierauf mit Jodkalium befeuchtete, oder ebenso mit Schwefelwasserstoff-Wasser. Im ersten Falle zeigt die gelbe, im zweiten die sogleich entstehende schwarze Farbe die Anwesenheit des Bleies.

Bei mehrfachen Versuchen habe ich neben Schwefel auch Phosphor in den Kupferlegirungen gefunden, welche letztere durch molybdänsaures Ammoniak nachgewiesen, oder als phosphorsaure Ammoniaktalkerde bestimmt wurde.

Ich habe Phosphor gefunden, sowohl in einzelnen römischen und griechischen Münzen, als auch in Schmuckgegenständen, Waffen und dergleichen, welche an verschiedenen Orten in Europa ausgegraben worden sind. Die mir zu Gebote stehenden Mittel, um die Härte, Zähigkeit oder Brüchigkeit der Kupferlegirungen zu prüfen, haben keine sprechenden Resultate bezüglich dieses Phosphorgehalts gegeben, obgleich nicht zu läugnen sein wird, dass ein einigermassen beträchtlicher Gehalt von Phosphor nicht ohne Einfluss auf die Cohäsionsverhältnisse eines Metallgemisches ist. Auf der anderen Seite hat sich dieser Phosphorgehalt so schwankend, oder besser: so unregelmässig gefunden, dass ich die Hoffnung aufgegeben habe, brauchbare Schlüsse aus demselben ziehen zu können. So habe ich zum Beispiel in Münzen römischer Kaiser Phosphor gefunden, bei anderen Münzen desselben Gepräges und desselben Kaisers hingegen wieder nicht. Derselbe Fall fand sich bei den Münzen der griechischen Städte, und eben so bei Ausgrabungen in Deutschland, von welchen einige aus gleicher Fundstätte, und höchst wahrscheinlich gleichzeitiger Fertigung, Phosphor zeigten, die anderen aber wieder nicht. In Folge dessen habe ich die Reihe von Untersuchungen auf diesen Körper nicht weiter fortgesetzt, und vermag nur die, freilich sehr allgemein gehaltene, Angabe zu machen, dass verhältnissmässig nicht häufig Phosphor in älteren und neueren Kupferlegirungen gefunden wird.

Bezüglich des Wismuths, so ist dasselbe von einigen Analytikern

in Kupferlegirungen gefunden worden *). Ich habe eine Reihe von Untersuchungen auf diesen Körper mit Kupferlegirungen aus verschiedenen Ländern und von sehr verschiedenem Alter angestellt, und entweder kein Wismuth, oder nur so zweifelhafte Spuren gefunden, dass ich die Fortsetzung der Versuche, so wie jene des Phosphors, ebenfalls aufgegeben habe.

Die Kohle endlich, welche bisweilen, wenn gleich nur höchst selten, in dem in Salpetersäure unlöslichen oder beim Abdampfen zurückbleibenden Theile der Kupferlegirungen gefunden wird, ist offenbar als eine zufällige Verunreinigung zu betrachten, und ist von mir ebenfalls nicht berücksichtigt worden.

Im Rückstande, welcher nach dem Abdampfen der salpetersauren Lösung verblieben ist, wurde bis jetzt also erkannt, und, nach Umständen, gewichtlich bestimmt.

Zinn, Antimon, Arsen, Gold, (Blei und Schwefel).

In der von diesem Rückstande abfiltrirten Flüssigkeit sind (neben dem stiefmütterlich behandelten Phosphor und dem Wismuthe) zu suchen und zu bestimmen:

Silber, Schwefel, Kupfer, Blei, Eisen, Nickel, Kobalt.

Ich habe, nachdem eine kleine Probe der Flüssigkeit so starke Reaktion auf Silber oder Schwefel ergeben hatte, dass eine quantitative Bestimmung angezeigt war, für beide Stoffe neue Mengen der Legirung verwendet.

Der Schwefel wurde durch salpetersauren Baryt bestimmt. Das Silber wurde aus der sehr verdünnten und erwärmten Flüssigkeit mit möglichst wenig Salzsäure gefällt, um das etwa in der Flüssigkeit anwesende Blei in Lösung zu erhalten, und hierauf als Chlorsilber bestimmt.

Zeigte sich aber die salpetersaure Lösung der Kupferlegirung frei von Schwefel und Silber, so wurde folgender Weg zur Trennung der übrigen Bestandtheile eingeschlagen.

Die mit Wasser verdünnte, stets aber noch ziemlich stark saure Flüssigkeit wurde durch einen mässig raschen Strom von Schwefelwasserstoff gefällt, und so Kupfer und Blei als Schwefelmetalle erhalten, während im Filtrate von Schwefelkupfer und Schwefelblei, wenn anwesend, sich Eisen, Zink, Nickel und Kobalt befinden mussten.

Die Schwefelmetalle wurden in gelinder Wärme mit Salpetersäure behandelt, der ausgeschiedene Schwefel abfiltrirt, gewaschen, und das mit etwas Schwefelsäure versetzte Filtrat zur Trockene, oder wenigstens bis zur Austreibung aller Salpetersäure abgedampft und hierauf mit Wasser behandelt.

Blieb hierbei schwefelsaures Blei in wägbarer Menge zurück, so wurde es geglüht, gewogen und auf Blei berechnet.

Sind indessen die Spuren von Blei so gering, dass das schwefelsaure Salz kaum auf dem Filter wahrgenommen werden kann, so lassen sich dieselben durch die Probe mit Jodkalium von Jeannel **) dennoch deut-

*) Das Wismuth ist nach dem Urtheile einiger Hüttenleute häufig, und selbst im Reinkupfer vorhanden. Wie man weiter unten sehen wird, habe ich es in keinem der von mir untersuchten Reinkupfer gefunden. Die Methode, welche ich angewendet habe, war einfach die Behandlung der klaren Kupferlösung mit überschüssigem kohlensaurem Ammoniak, wodurch auch geringe Spuren von Wismuth ausgefällt werden, und von Blei, Eisen, Nickel und Kobalt durch die bekannten Methoden leicht getrennt werden können.

**) Fresenius, Zeitschrift für analytische Chemie, Jahrg. IV. 1865. p. 490.

lich erkennen. Man rollt zu diesem Zwecke einen mit Salpetersäure befeuchteten Glasstab über das ausgebreitete Filter, giebt einige Tropfen Wasser auf dasselbe und behandelt es hierauf, wie vorher mit der Säure, jetzt mit einer mässig starken Auflösung von Jodkalium. Auch die geringsten Spuren von Blei werden sogleich durch hellgelbe Färbung angezeigt. Die Reaktion ist trefflich, und Gegenproben haben mich von ihrer Stichhaltigkeit überzeugt.

Die vom schwefelsauren Blei abfiltrirte Flüssigkeit enthält jetzt nur noch das Kupfer.

Ich habe, am Anfange der vorliegenden Arbeit, dieses Kupfer unter den bekannten Vorsichtsmassregeln durch Kali gefällt, später aber, des grossen Zeitverlustes halber, das Kupfer durch den Verlust bestimmt. Diess ist, wenn man den Hauptzweck der gegenwärtigen Arbeit in's Auge fasst, wohl statthaft, und ich habe, der gleichheitlichen Uebersicht wegen, jene ersten Analysen ebenfalls ohne Verlust angegeben, indem ich den bei denselben durchschnittlich erhaltenen, 0.1 bis 0.6 p. Ct. betragenden Verlust auf das Kupfer übergetragen habe.

Das Filtrat, von den aus saurer Lösung durch Schwefelwasserstoff abgeschiedenen Schwefelmetallen, habe ich auf folgende Weise behandelt.

Die Flüssigkeit wurde bis zur vollständigen Entfernung von allem Schwefelwasserstoff erwärmt und hierauf mit Ammoniak behandelt, welches Eisen als Oxyd fällt, hingegen Zink, Nickel und Kobaltoxyd löst. Für die meisten Fälle reicht schon die erste Fällung aus, und das Eisenoxyd kann nach dem Abfiltriren für den vorliegenden Zweck als genügend rein angesehen und, wenn in wägbarer Menge vorhanden, geglüht und gewogen werden. Befinden sich indessen in der Legirung einigermassen grössere Mengen von Eisen, so hängen dem durch Ammoniak gefällten Oxyde bisweilen nicht unerhebliche Mengen von Zink und Nickeloxyd an, was man häufig schon an der Farbe des Niederschlags erkennen kann. Lösen in Salpetersäure und wiederholtes Fällen mit Ammoniak genügt, das Eisenoxyd von den anderen Oxyden zu befreien.

Zur Bestimmung des Zinks, Nickels und Kobalts habe ich mich der Methode von Galleti *) mittelst Titriren mit Ferrocyankalium bedient. Dieses Verfahren ist doppelt zweckmässig, weil einmal die kleinsten Mengen von Zink erkannt und bestimmt werden können, und weil ferner das in den Kupferlegirungen niemals fehlende Nickel und eben so das bisweilen vorkommende Kobalt durch das Ferrocyankalium abgeschieden, von Zink getrennt und für sich bestimmt werden können.

Man übersättigt die, zur Abscheidung des Eisens vorher mit Ammoniak behandelte, Flüssigkeit mit Essigsäure, und lässt dann die Ferrocyankaliumlösung zufliessen. Die Vorsichtsmassregeln, welche man beim Titriren überhaupt anzuwenden hat, sind bekannt, und eben so weiss Jeder, der sich mehrfach mit Titriren beschäftigt hat, dass jede Methode, oder jede Titrirflüssigkeit ihre besondere (sit venia verbo) Absonderlichkeiten hat.

Eine der Eigenthümlichkeiten im vorliegenden Falle ist die, dass bei ziemlich gleicher Concentration der Flüssigkeit und bei gleicher Temperatur der entstandene Niederschlag einmal rasch zu Boden fällt, in andern Fällen aber Stunden lang suspendirt bleibt, so dass es schwierig zu beobachten ist, ob die hinlängliche Menge der Titrirflüssigkeit zugesetzt wurde.

---

*) Erdmann, Journal f. p. Ch. B. 94. pag. 398. Jahrgang 1865.

Ich habe in solchen Fällen eine Probe mit Eisenchlorid als vollständig ausreichend gefunden.

Giebt eine, auf einer weissen Porzellanplatte oder auf Papier mit einem Glasstabe gezogene, dünne Linie von Eisenchlorid blaue Färbung, wenn sie mit einer anderen Linie der Probeflüssigkeit gekreuzt wird, so ist ein geringer Ueberschuss des Fällungsmittels angezeigt, und die Probe beendet. Diese Probe ist ausreichend, aber es geht nicht an, etwa der Zinklösung, vor dem Titriren, eine Eisenlösung zuzusetzen, indem dann sogleich, und vor der Fällung des Zinkes, Eisenferrocyanid gebildet wird.

Der Niederschlag, welcher aus reiner Zinklösung durch Ferrocyankalium gefällt wird, ist rein weiss, oder doch nur bisweilen höchst schwach bläulich gefärbt.

Reine Nickellösung giebt mit Ferrocyankalium einen hellgrünen, Kobaltlösung einen röthlichen oder röthlichgrauen Niederschlag. Beide Metalle aber theilen dem Zink-Niederschlage eine unentschiedene Färbung mit, durch welche zwar die Beimengung von Kobalt oder Nickel, oder überhaupt eine Verunreinigung des Zinkcyanides erkannt wird, welche aber einen bestimmten Schluss über dieselbe nicht zulässt, und diese Unsicherheit wird noch vermehrt durch die Farbeveränderungen, welchen die Nickel- und Kobaltlösungen und Fällungen unter Umständen unterworfen sind.

Ich habe folgendes Verfahren zur Erkennung und Unterscheidung der drei Metalle als vollkommen zweckmässig gefunden.

Der durch Ferrocyankalium erhaltene Niederschlag, dessen Titer bemerkt ist, wird durch Decantiren möglichst von der obenstehenden Flüssigkeit befreit und hierauf mit Kalilösung behandelt.

Reines Zinkcyanid löst sich leicht und vollständig in Kalilösung, die im Niederschlage vorhandenen Nickel und- Kobalt-Cyanverbindungen bleiben aber zurück und können abfiltrirt werden. Da ich aber zu finden glaubte, dass bei Gegenwart von ziemlichen Mengen Nickel gewisse Antheile von Zink, bei der Behandlung mit Kali, dem Nickel anhängend bleiben, so habe ich häufig wiederholt mit Kali behandelt und dann erst filtrirt und die restirenden Kobalt- und Nickelniederschläge hinreichend gewaschen.

Durch Uebersättigung mit Essigsäure wird leicht und vollständig das Zink aus dem alkalischen Filtrate wieder abgeschieden, und man kann sich hierdurch leicht von der An- oder Abwesenheit des Zinkes überzeugen, wenn man Niederschläge von Nickel erhalten hat, in welchen man etwa Spuren von Zink vermuthet. Ich muss hier beifügen, dass eine Fällung von Nickel mit Ferrocyankalium, auch wenn sie kein Zink enthält, bei der Behandlung mit Kalilösung dennoch beträchtlich an Volumen verliert, und dass man wegen dieses Schwindens des Niederschlages nicht auf die Anwesenheit des Zinks schliessen darf, und in zweifelhaften Fällen gut thut, die Probe mit Essigsäure anzuwenden.

Die Rückstände von der Behandlung mit Kali, (Nickel, Kobalt) habe ich geglüht und in Salpetersalzsäure gelöst, durch Ammoniak fällt alles etwa durch die Titrirflüssigkeit noch beigemengten Eisen, und nach dessen Entfernung kann mit Kali gefällt und der gewogene Niederschlag meist als Nickel berechnet werden, indem er in den wenigsten Fällen Kobalt enthält.

Das Gewicht des erhaltenen, auf Metall berechneten Nickel wird vom oben erhaltenen des Zinkes abgezogen, denn der bei diesem Ver-

fahren auftretende Rechnungsfehler ist für den vorliegenden Fall kaum in Betracht zu ziehen.

Das erhaltene Nickeloxyd habe ich vor dem Löthrohre auf Kobalt geprüft, aber nur in verhältnissmässig wenigen Fällen Kobalt gefunden, was bei der bekannten Hartnäckigkeit, mit welcher sich Nickel und Kobalt anhängen, eigenthümlich erscheint. Aber wir finden in fast allen heut zu Tage dargestellten Rein-Kupfern Nickel, und nur höchst selten Spuren von Kobalt, welches indessen niemals in den Schlacken der Kupfer-Reindarstellung fehlt.

Es scheint, dass dieses häufig derselbe Fall selbst bei den einfachen Schmelzprozessen der Alten war.

Im Uebrigen habe ich bei vielfachen angestellten Versuchen über die Trennung von Nickel und Kobalt, nach älteren und neueren Methoden, sehr gute Resultate erhalten durch das Verfahren mittelst salpetrigsaurem Kali, wenn ich die Vorsichtsmassregeln anwendete, welche Gauhe*) angegeben hat, oder besser, die a. a. O. angeführten Modificationen derselben.

Schlüsslich bemerke ich, dass ich alle Gewichtsmengen, welche sich über die vierte Decimalstelle berechneten, eben so wie Unwägbares, als »Spur« angeführt habe. —

*) Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie von Will. 1866. p. 808.

Metalle, welche die älteren und ältesten Völker kannten.

Es ist vielleicht nicht unzweckmässig, vor Angabe der aus fremden und eigenen Untersuchungen hervorgegangenen Resultate, eine kurze Zusammenstellung der Metalle vorauszuschicken, welche den alten und ältesten Völkern bekannt waren, oder von welchen das wenigstens der Fall gewesen zu seiu scheint, und welche von jenen Alten zu Werkzeug, Waffe oder Schmuck verwendet wurden.

Gold und Silber.

Das »fahle Gold und bleiche Silber«, nach welchen noch heute das Menschenvolk jagt und ringt, auf tausenden von Wegen, mit tausenden von Mitteln, und unter abertausend Aushängeschilden und Vorwänden, diese beiden Metalle, sie waren wohl ohne Zweifel die ersten, welche den Menschen bekannt waren.

Ihr Vorkommen in gediegenem Zustande leitete zuerst die Aufmerksamkeit auf sie, und dann war es ihr Glanz, ihre Beständigkeit, ihre Geschmeidigkeit und ihr verhältnissmässig niederer Schmelzpunkt, welche auf ihr Verarbeiten hinführten und sie werthvoll erscheinen liessen.

Da wir noch heut zu Tage sehen, wie auch die unkultivirtesten Völker es lieben sich zu schmücken, und häufig die Zier Nützlichem vorziehen, so ist wohl anzunehmen, dass schon in den ältesten Zeiten das glänzende Gold und Silber zu Schmuck und, wenn es erlaubt ist zu sagen, zu Luxusgegenständen gedient haben mag, und eben so ist es ausser Zweifel, dass beide bereits in hohem Werthe standen.

Eine nur halbweg bestimmte Zeit über dieses erste Bekanntwerden von Gold und Silber aber, so wie auch anderer Metalle, kann keineswegs angegeben werden. Sobald ein Volk als solches in der Geschichte auftritt, erwähnt diese auch schon einiger Metalle, deren es sich bediente, aber statt der Jahreszahlen tritt uns die Mythe entgegen, stets verschmolzen mit den Uranfängen der Geschichte, oder, wenn man will, ihre Amme.

Wir sehen, dass alle besonders nützlichen Erfindungen in jener Zeit Göttern zugeschrieben werden, oder wenigstens Königen oder Helden, welche später unter die Gottheiten versetzt wurden, und so wie man Osiris den Pflug erfinden, und die erste Anweisung zum Ackerbau den Menschen geben liess, so schreiben die Griechen die Bearbeitung

des Eisens dem Prometheus und den Cyclopen zu, und dem Kadmus, neben dem Alphabete von sechszehn Buchstaben, welches er aus Aegypten nach Griechenland brachte, auch die Erfindung, oder Entdeckung des Goldes. Aehnliches liessen die Israeliten den Tubalkain erfinden; Zosimus endlich, freilich ein erst um 400 nach Christus lebender Alchemist, erzählt, dass Gold und Silber, oder wenigstens das Verfahren es künstlich darzustellen, von gewissen göttlichen Wesen irdischen Frauen verrathen worden wären, zu welchen sie sich auf menschliche Weise hingezogen fühlten.

Abgesehen von den vielen Stellen, in welchen des Goldes und Silbers in der heiligen Schrift erwähnt wird, spricht Homer häufig von beiden Metallen.

Eurymachus bot der Penelope ein goldenes, mit Bernstein besetztes Halsband an.

Ein phönizischer Kaufmann brachte einen goldenen, mit Bernstein besetzten Halsschmuck.

Thetis fand den Hephästus in seinem aus Kupfer gefertigten Pallaste, wie er zwanzig Dreifüsse schmiedete, welche sich auf goldenen Rädern bewegten, und als sie ihn um eine Rüstung für Achilles bat, legte er Kupfer, Zinn, Gold und Silber in den Schmelztiegel. Auf dem Schilde, welchen er zuerst schmiedete, befand sich Mars und Pallas aus Gold, Weinstöcke aus Gold, an silbernen Pfählen und mit Zinn umzäumt, ferner Rinder aus Gold und Zinn, Schafe aus Silber, der Helmbusch aber war aus Gold.

Der Führer der Karier ging, gleich einer Jungfrau geschmückt mit Gold, zum Kampfe.

Der Wagen des Rhesus war mit Gold und Silber geschmückt, und seine Rüstung bestand aus Gold.

Agamemnon bot dem Achilles zehn Talente Gold, und dieser setzte (an einer anderen Stelle) ein halbes Talent Gold als Preis des Wettkampfes aus.

Achilles schöpfte aus einem goldenen Mischgefässe Wein, den er auf den Scheiterhaufen des Patroklus goss, und dessen Gebeine legte er in eine goldene Urne.

Gold wird um die Hörner eines Opferstieres gewunden.

Ein Goldschmied vergoldet das Silber.

Menelaus gab dem Telemachus einen silbernen Becher mit goldenem Rande.

Die Thürflügel im Pallaste des Alkinous waren von Gold, die Thürpfosten von Silber, der ringförmige Thürgriff von Gold, und vor der Thüre standen Hunde von Gold und Silber, innen, im Saale, aber standen statt der Leuchter goldene Jünglinge, die Fackeln in den Händen haltend.

Aus einem goldenen Kruge giessen die Dienerinnen Wasser in silberne Becken, ein silbernes Mischgefäss setzt Achilles als Kampfpreis aus, und endlich ist Alybe als die Heimath des Silbers angegeben, welches ohne Zweifel eine vortreffliche Landschaft war, von der aber Niemand weiss, wo sie sich befand, und von welcher ausser Homer nur noch Strabo spricht, indem er sagt, er glaube, dass Homer das Land der Chalyber im Pontus gemeint habe, welches reiche Bergwerke habe. —

Auch Hesiodus, 900 vor Christus, spricht vom Golde, indem er sagt, dass Herkules einen goldenen Harnisch angelegt habe, und dass sein Schild von Gold strahlte.

Dass die späteren Schriftsteller des Goldes und Silbers ebenfalls

erwähnen, versteht sich von selbst, aber wir übergehen ihre Angaben, da wir vorläufig nur mit der ältesten Zeit zu thun haben.

Was die Reindarstellung von Gold und Silber und die Scheidung beider zu der in Rede stehenden Zeit betrifft, so lässt sich wenig darüber sagen.

Erst einige Jahrhunderte vor Christus spricht Ayarthides vom Pochen und Waschen der Golderze und vom Cupelliren, oder wenigstens von einem Prozesse der mit dem heute noch üblichen viele Aehnlichkeit hat. Später spricht auch Strabo von der Reinigung des Silbers durch Blei. Trotz dem aber betrachtete man die Trennung von Gold und Silber noch im 6. Jahrhundert als äusserst schwierig.

Der Begriff: Metall war in alten Zeiten ein andrer als in den unsrigen, noch bei Plinius wird nicht selten das Erz, das heisst das Mineral, aus welchem man die Metalle erhält, mit diesen letzten ganz artig durch einander geworfen, und von einem reinen Metalle nach unseren Begriffen hatte man keine Ahnung. Ich komme beim Kupfer hierauf zurück, bemerke aber hier, dass man wegen des Gediegenvorkommens von Gold und Silber beide wohl zuerst als rein kannte, wobei es auf ein halbes Dutzend Prozente seiner Beimengungen freilich nicht ankommt.

Hiero, der König von Syrakus, liess sich eine Krone von Gold fertigen, schöpfte aber Verdacht, dass der Goldschmied einen Theil des Goldes unterschlagen und dafür Silber zugesetzt habe. Man brachte die Krone dem Archimedes, welcher sie untersuchen sollte, aber kein anderes Auskunftsmittel fand, als das specifische Gewicht der Krone zu nehmen, und die erhaltene Zahl mit den specifischen Gewichten des Goldes und Silbers zu vergleichen.

Wusste man zu jener Zeit etwas von der Trennung des Silbers und Goldes?

Man könnte sagen: »Sehr wahrscheinlich, denn wie wäre der König sonst auf den Gedanken gekommen, dem Archimedes die Krone zur Untersuchung zu schicken?«

Diese Bedenken verlieren aber viel von ihrer Bedeutung, wenn man weiss, welche ungeheuerlichen Fragen noch heute, im Jahrhunderte des Fortschrittes, und in dem der populären Naturwissenschaften, nicht selten an Naturforscher gestellt werden. Vielleicht hatte auch Hiero dem Archimedes nicht erlaubt etwas von der Krone zur Untersuchung abzunehmen, ganz Aehnliches kömmt ebenfalls noch heute vor, und der von Archimedes eingeschlagene Weg war dann allerdings der beste. Indessen geht aus dieser von Vitruvius erzählten Geschichte jedenfalls hervor, dass man zu jener Zeit Gold und Silber in einem Zustande kannte, den man sich als rein, nach den jedesmaligen Begriffen, dachte, und dass eben so Legirungen beider Metalle wohl schon länger bekannt waren und zu verschiedenen Zwecken angewendet wurden.

Eisen.

Ziemlich klar und glaublich sind die Ueberlieferungen, welche über Gold und Silber aus den ältesten Zeiten uns aufbewahrt worden sind.

Etwas eigenthümlicher klingen die Berichte über das Eisen.

Moses erwähnt des Eisens, er spricht von Oefen, in welchen es geschmolzen wird, und lässt den Tubalkain schon vor der Sündfluth dasselbe bearbeiten. Eben so waren zu Moses Zeiten in Aegypten

Schwerter, Aexte und Messer von Eisen im Gebrauche, und Homer spricht ebenfalls von demselben.

Achilles will, neben Gold und Kupfer, auch graues Eisen (πολιὸς σίδηρος) mit nehmen.

Von Stein und Eisen prallt die kupferne Waffe ab.

Adrastus sagt zum Menelaus: »Ich will mein Leben durch Kupfer, Gold, und mühsam bearbeitetes Eisen erkaufen.«

Der Pelide legte als Kampfpreis eine Wurfscheibe aus Gusseisen nieder, und sprach: »Wer diese Scheibe gewinnt, hat, besitzt er auch grosse Ländereien, doch reichlichen Vorrath für Hirten und Pflüger.«

Veilchenblaues Eisen bestimmte ferner der Pelide zum Kampfpreis für die Bogenschützen.

Rinder und Schafe wurden mit dem Eisen geschlachtet.

Der Schmied taucht die eiserne Axt in kaltes Wasser, um sie zu härten. —

Freilich deutet das Alles auf Eisen, welches allenthalben σίδηρος genannt wird, die mühesame Bearbeitung, die veilchenblaue Farbe (wohl gehärtete Pfeilspitzen) und das Härten der Axt in kaltem Wasser.

Dabei aber spricht Homer von dem kupfernen Schwerte, ξίφος χάλκεον des Hector, von der kupfernen Lanzenspitze des Diomedes, von kupfernen Beilen, mit welchen man die Esche fällt, und von kupfernen Beilen, welche die Troër führten.

Hesiodus, 100 Jahre später, bringt Aehnliches.

Herkules hängt das eiserne Schwert über die Schultern, und die Bäume werden mit Eisen gefällt, aber er spricht ebenfalls von kupfernen Lanzenspitzen und von dem kupfernen Ambos. Wohl also gemischter Gebrauch von Kupfer und Eisen, und es will bisweilen scheinen, als sei zu Werkzeug und Ackergeräthe Eisen, zur Waffe aber vorzugsweise das Kupfer benützt worden.

Bei der Erwähnung der fünf Zeitalter ist das erste, glücklichste, das goldene, dann folgt das silberne, und diesem das kupferne. Man waffnete sich in diesem mit Kupfer, man baute sich Häuser von demselben, man schmiedete es, und hatte zu dieser Zeit noch kein schwarzes Eisen. Im vierten Zeitalter führte man gewaltige Kriege, und im fünften, dem seiner Zeit, dem eisernen, geht es jammervoll und erbärmlich zu. —

Das war 1000 und 900 Jahre vor Christus.

Agatharchides, um 150 vor Christus, spricht von einer goldreichen Gegend ohnferne des rothen Meeres, in welcher man die Felsen mit Feuer mürbe macht, und sie dann mit eisernen Werkzeugen bearbeitet, aber in verschütteten Gruben fand er nur kupferne bergmännische Werkzeuge.

Will man nun aber Moses und Homer auch als nicht so alt gelten lassen, wie man gewöhnlich meint, so geht doch aus dem oben Gesagten hervor, dass man schon sehr lange das Eisen kannte, es zu bearbeiten verstand und seine guten Eigenschaften würdigte.

Schwer ist aber zu begreifen, warum seine Bearbeitung keine raschere Ausdehnung gefunden hat.

Dass man die trefflichen Eigenschaften des Eisens schon sehr bald erkannte, geht aus Allem hervor, seine langsame Verbreitung kann also erstens nur erklärt werden durch den wenig raschen Gang, welchen die Kultur in den alten Zeiten nahm, obgleich dem wieder entgegen tritt, dass andere und wohl weniger nützliche Kunstfertigkeiten bedeutend schneller zur Geltung kamen, zweitens durch die schwierigere

Behandlungsweise, welche das Eisen erfordert *), während das Kupfer verhältnissmässig leichter darzustellen und zu Legirungen zu verwenden war.

Man kann vielleicht endlich noch annehmen, dass trotz des Lobes, welches die Alten dem Eisen spendeten, dasjenige, welches sie darstellten, an Güte (Haltbarkeit) immerhin noch viel zu wünschen übrig liess, und dass sie auf der andern Seite Verfahren kannten, dem Kupfer und dessen Legirungen eine Härte zu geben, welche der des Eisens jener Zeit wenigstens ziemlich nahe kam. Auf diese Weise würde die leichtere Darstellung der Waffen und Werkzeuge aus Bronze oder Kupfer den Sieg errungen haben über jene aus Eisen, welche bedeutend mühevoller war und verhältnissmässig weniger Vortheile bot.

Nur schwierig wird indessen diese grosse Härte der Bronze und des Kupfers mit Sicherheit festzustellen sein.

Man kann Schlüsse ziehen aus der gleichmässigen, ähnlichen Zusammensetzung von Waffen und Werkzeugen, welche zum Zwecke ihres Gebrauches vorzugsweise hart sein mussten, aber in der überwiegenden Anzahl von Fällen ist die Härte verloren gegangen durch die Oxydirung des Metalles, welche fast stets statt fand, und bisweilen tief in dieselbe eindrang.

Kupfer.

Auch des Kupfers wird bereits in der Bibel Erwähnung gethan, und Tubalkain wird als Er- oder Auffinder desselben bezeichnet und als vorzugsweise erfahren in dessen Behandlung. Dass die Aegypter dasselbe kannten, bezeugen Geräthe aus diesem Metalle oder aus seinen Legirungen, welche wohl älter sein mögen, als alle Zeit, von welcher Moses spricht, und bei den übrigen Kulturvölkern der alten Zeit wird des Kupfers Erwähnung gethan, so bald man überhaupt von dem Volke selbst Nachricht erhält.

Dass bei den Schriftstellern, welche von Kupfer sprechen, dieses Metall auch wirklich gemeint ist, unterliegt keinem Zweifel. Seine Farbe, *χαλκὸς ἐρυθρός*, rothes Kupfer, wird häufig erwähnt, seine übrigen Eigenschaften werden treffend geschildert, und abgesehen von den wunderbaren und fabelhaften Gegenständen, welche sich Götter und Helden aus diesem Metalle fertigen liessen, stimmen die Funde von Waffen, Werkzeug und Schmuck, welche gewöhnlichen Menschenkindern angehörten, und die uns die Erde aufbewahrt hat, vollständig mit den Berichten der Alten. So wird das Kupfer zugleich mit dem Golde und Silber bei allen Völkern der Vorzeit gefunden, welche einiger Kultur fähig waren, und fast bis in unsere Zeit reichte diese Kupferperiode herein, denn man fand bei den Mexikanern und Peruanern

*) Aller Wahrscheinlichkeit nach wurde in Griechenland und seinen Nachbarländern das Eisen durch Schmelzen seiner Erze in Erdgruben gewonnen. Russegger berichtet, dass noch gegenwärtig die Araber in Kordofan Raseneisensteine mit Holzkohlen in der Erde zu Eisen verschmelzen, mein verstorbener Freund Professor Schueler erzählte mir Gleiches, und bei den Eisen-Schlackenhalden, welche sich in der Nähe alter, aus jener Zeit stammenden Bergwerke befinden, findet man niemals Spuren von Mauerwerk, welches auf einen Ofen hindeuten könnte. Deutlich besagt endlich eine Stelle im Hesiodus das Nämliche: die vom Blitze getroffene Erde schmolz wie Eisen, welches das stärkste Metall ist und von Feuer gebändigt in der Erde unter den Händen des Hephästus schmilzt.

ausser Schmuck und Geräthe von Gold und Silber ebenfalls nur kupferne Waffen und Werkzeuge.

Zum Theile wurde, und, wie es scheinen will, fast bei allen Völkern, zu gewissen Zeiten wenigstens, reines Kupfer verarbeitet, das will sagen, ein Metall, welchem sie nicht absichtlich andere Metalle zugesetzt hatten, ja man stösst bei der chemischen Untersuchung bisweilen auf Gegenstände aus Kupfer, dessen relative Reinheit uns in Verwunderung setzt und uns unwillkürlich glauben lässt, dass einzelne Künstler oder Metallarbeiter jener Zeit grössere metallurgische Kenntniss besessen haben, als man ihnen durchschnittlich zuzugestehen geneigt ist. Ich glaube nicht, dass man in solchen Fällen mit der Annahme ausreicht, dass man sich des gediegen vorkommenden Kupfers bedient habe, da dieses fast stets mehr oder weniger fremde Bestandtheile enthält, dennoch aber hatten diese geschickten Metallungen kaum eine Vorstellung von einem reinen Metalle, wie wir sie haben. Gleich weiter unten, wo wir von den metallurgischen Kenntnissen der Römer sprechen werden, werden wir sehen, welche Begriffsverwirrungen noch bei diesen bestanden, und wie Cuprum, Aes und Aurichalcum auf die liebenswürdigste Weise von der Welt durcheinander geworfen werden.

Die Metalle, welche die Alten dem auf ihre Weise erhaltenen Kupfer zusetzten, um Bronze zu erzeugen, waren die sogleich weiter zu besprechenden, nämlich Zinn, Zink und Blei, und es mag vorläufig hier nur bemerkt werden, dass sie, wohl nur in höchst seltenen Fällen, die wirklichen Metalle zusammen schmolzen, sondern die betreffenden Erze, deren Eigenschaften sie empirisch kannten, und es bleibt selbst zweifelhaft, ob man zu Homers Zeiten Bronze, oder eine ähnliche Legirung absichtlich bereitete und sich nicht, wenigstens vorzugsweise, des Kupfers, *χαλκός* bediente, welches stets roth, und nicht goldglänzend genannt wird. Aber auch noch viel später fertigten die Römer ihr Aurichalcum oder Orichalcum durch Zusammenschmelzen von Kupfer, oder Kupfererzen und Gallmai, ein Verfahren, welches vor nicht langer Zeit auch noch bei uns seine Anwendung fand. Aber die Römer hielten dieses Aurichalcum, unser Messing, nicht für eine Legirung, sondern für eine Verbesserung, Verschönerung des Kupfers, weil ihnen eben unsere Begriffe von Metall und Legriung vollständig fremd waren.

Zuverlässiges über die Art und Weise, wie die Alten ihre Kupfererze niederschmolzen, liegt nicht vor, aber Wibel hat in seiner vortrefflichen Schrift*) über die Bronze-Zeit höchst haltbare Ansichten hierüber aufgestellt und entwickelt, dass man sich vorzugsweise kiesiger Kupfererze bedient haben wird, und dass das zur Bronze der Alten verwendete Kupfer in unserem heutigen Sinne als Kupferspeise zu betrachten ist. Ich werde später Gelegenheit haben die vorzüglichsten von Wibel aufgestellten Sätze anzuführen, und gehe jetzt auf das fünfte Metall über, welches bereits in sehr alter Zeit bekannt war und bei der Bereitung der Kupferlegirungen eine vorzügliche Rolle spielt, auf das

Zinn.

Schon zu Moses Zeiten soll das Zinn den Israeliten unter dem Namen Bedil bekannt gewesen sein. Das Metall, welches die Griechen

*) Die Cultur der Bronze-Zeit Nord- und Mittel-Europas. Von Dr. F. Wibel. Kiel. Akademische Buchhandlung. 1865.

κασσίτερος nannten, wird ebenfalls für Zinn gehalten, und die Phönizier sollen es von den Kassiteroiden geholt und in den Handel gebracht haben; als diese Kassiteroiden aber bezeichnet Herodot die Westspitze von England, und die Sarliny'schen Inseln, was der englischen Zinnwerke wegen gut zu stimmen scheint, und auch den Namen κασσίτερος rechtfertigt.

Nichts desto weniger ist höchst wahrscheinlich das Zinn häufig mit dem Blei verwechselt worden, und wie wir unten sehen werden, wurde noch zu Plinius Zeiten das Zinn Plumbum album oder candidum genannt, das Blei aber Plumbum nigrum. Gewisse Aehnlichkeiten, Farbe und leichte Schmelzbarkeit zum Beispiel, bedingten das ohne Zweifel, und bei den Ansichten, welche die Alten ohnedem von dem Begriffe Metall hatten, kann das kaum auffallen; dass sie aber trotz dieser Verwechslung das Zinn dennoch kannten, ist zuverlässig.

Seine leichte Darstellbarkeit aus dem Zinnsteine macht das glaublich, besonders wenn man erwägt, dass den Alten manche metallurgische Prozesse nicht unbekannt gewesen sein können, waren gleich selbstverständlich die von ihnen eingeschlagenen Wege umständlicher und weniger zweckmässig als die unseren.

Neben den oben, beim Golde und dem Silber, angeführten Stellen im Homer, wo ebenfalls des Zinnes gedacht wird, wird dessen bei demselben Schriftsteller noch häufig erwähnt, und Hesiodus spricht von dessen Leichtflüssigkeit, indem er sagt:

Die vom Blitzstrahle getroffene Erde begann zu brennen, und schmolz wie Zinn (κασσίτερος), das im Schmelztiegel erhitzt wird. Das Eisen lässt er an derselben Stelle, wie oben erwähnt wurde, in der Erde schmelzen.

Es scheint also kaum einem Zweifel unterworfen, dass die Griechen und ihre Nachbarvölker das Zinn im metallischen Zustande kannten, obgleich es möglich, ja höchst wahrscheinlich ist, dass sie ihre Bronze durch Zusammenschmelzen der Erze bereiteten. Bezüglich Nord- und Mittel-Europas scheint diese Kenntniss des metallischen Zinnes aber erst später stattgefunden zu haben. Wibel wenigstens ist dieser Ansicht, und stützt sie durch die wenigen Funde von Gegenständen aus metallischem Zinne, welche noch überdiess einer, verhältnissmässig späteren Zeit angehören. Er sagt:

»Das in den Fundstätten beobachtete Zinn an Gegenständen, oder als Barren, gehört im Allgemeinen einer späteren Zeit an, ist also in seinem metallischen Zustande erst nach der Bronze bekannt geworden.«

Kaum lässt sich etwas gegen diese Ansicht einwenden, und man mag wohl annehmen, dass es mit dem Bedil der Israeliten und dem κασσίτερος der Griechen eine gleiche Bewandtniss gehabt habe, obgleich diese Substanzen weniger im metallischen, als im schriftlichen Zustande auf uns gekommen sind.

Blei.

Eigentlich lässt sich, bezüglich auf unsere gegenwärtigen Zwecke, über das Blei nur wenig sagen. Seiner häufigen Verwechslungen mit dem Zinne wurde vorhin bereits gedacht, und auch der hierauf hindeutenden, späteren Benennung desselben bei den Römern; dass es indessen die Alten im metallischen Zustande, wenn freilich wohl nicht reiner als ihre anderen Metalle, gekannt haben, erscheint glaublich.

Schon in den ältesten griechischen Uebersetzungen der Schriften des alten Testamentes wird das hebräische Wort »Oferet« mit »μόλιβος« übersetzt, welches ohne Zweifel Blei bedeutete, und eben so ist verschiedener Bleierze gedacht.

Doch geschieht bei den ältesten Schriftstellern verhältnissmässig selten des Bleies Erwähnung.

Bei Homer wird einmal gesagt:

Die Spitze der Lanze bog sich auf dem Silber des Gürtels um, wie Blei (μόλιβος).

Und ferner:

Iris tauchte in die Tiefe des Meeres ein wie eine Bleikugel, welche an der Angelschnur hängt.

Beide Stellen passen gut auf Blei, aber wir kommen bei den Römern ausführlicher auf dasselbe zurück.

Zink.

Erst im 17. Jahrhunderte lernte man in Europa das Zink im regulinischen Zustande kennen. Es wurde zu jener Zeit aus Indien, aus China, Bengalen, Malakka und Malabar eingeführt und »weisses Zinn« genannt, wesshalb die Römer, ihres Plumbum album wegen, nicht schief anzusehen sind. Dann stritt man sich vielfach über dasselbe und über den Galmei, verwechselte es mit Wismuth und nannte es auch Spelter oder Spiauter, welche letzte Bezeichnung aus dem indischen herzustammen scheint.

In der Bibel aber und bei Homer finden sich keine auf Zink bezügliche Stellen, obgleich man schon früher den Galmei benützte, um das Kupfer zu färben, oder Messing zu bereiten.

Die Griechen also kannten das Zink nicht, und man hat die Behauptung aufgestellt (Göbel), dass man zwar nicht annehmen dürfe, dass alle antike, metallische Gegenstände, welche kein Zink enthielten, griechischer Abkunft seien, dass aber diejenigen, welche Zink enthielten, unbedingt nicht von den Griechen stammten.

Ich glaube, dass man diess annehmen darf für Gegenstände, welche grössere Mengen von Zink enthalten, absichtliche Zusätze, nicht aber für Spuren oder geringere Quantitäten von Zink, die ich ziemlich häufig in Münzen gefunden habe, welche unbedingt griechischer Abkunft sind, und die höchst wahrscheinlich von den Kupfererzen herrühren.

Nur wenige Nachrichten sind uns zugekommen bezüglich der Art und Weise, wie in jenen alten Zeiten der Bergbau betrieben wurde. Nach dem aber, was Diodorus erzählt, stand bei den alten Aegyptern der Grubenbau bereits auf einer ziemlich hohen Stufe. Man mauerte bisweilen die Gruben aus, um ihre Haltbarkeit zu sichern, kannte bereits das Feuersetzen, und die Werkzeuge, welche anfänglich von Stein waren, fertigte man später von Kupfer, und zu Moses Zeiten soll man schon eiserne Werkzeuge gehabt haben, auch das Grubenlicht, von den Arbeitern an der Stirne getragen, war schon eingeführt. Schlimm aber wurden diese Arbeiter selbst behandelt. Man verwendete zum Bergbau Verbrecher, Sklaven und Kriegsgefangene,

unter welche, je nach Alter, Geschlecht und körperlicher Stärke die verschiedenen Arbeiten vertheilt waren, so das Brechen der Gesteine im Berge, das Fördern, Pochen und Schlemmen der Erze, und viele jener Unglücklichen, welche stets gefesselt waren, starben oft mitten unter der Arbeit, in Folge der heftigen und ununterbrochenen Anstrengung. —

Der Bergbau der Tschuden im nördlichen Asien scheint in technischer Beziehung auf einer niederen Stufe gestanden zu sein. Als sie aus ihrem Besitze am Altai verdrängt worden, verschütteten sie ihre Erzlager, und als erst lange nachher, um die Mitte des 16. Jahrhunderts, der Bergbau durch die Russen, unter Zaar Iwan Wasiljewitsch, dort wieder aufgenommen wurde, fand man die alten Tschuden-Minen. Die Gänge derselben sind enge und niedrig, und gehen nicht tiefer als 20 Lachter, selten sogar so tief, und dabei scheinen dieselben schlecht angelegt gewesen zu sein, denn man fand nicht selten eingestürzte Gruben und in denselben die Skelette der verschütteten Arbeiter nebst ihren Werkzeugen von Stein und Erz. Die Grubenzimmerung und das Feuersetzen war den Tschuden unbekannt.

Die Metallkenntniss der Römer.

Wohl von keinem anderen Volke sind so viele Ueberlieferungen über die Metalle auf uns gekommen, als von den Römern, und unter den römischen Schriftstellern hat wieder keiner so zahlreiche Notizen über den betreffenden Gegenstand gegeben, als Plinius, der, scheint auch seine Kenntniss nicht immer die gediegenste zu sein, doch jedenfalls ein trefflicher Compilator war. Ich habe daher mit Ausnahme weniger, kurz vor, oder nach Christus lebender Schriftsteller, vorzugsweise Plinius benützt, und habe zugleich dieselbe Reihenfolge der Metalle eingehalten wie im Vorhergehenden.

Gold und Silber, obgleich streng genommen nicht hierher gehörig, konnten doch nicht wohl umgangen werden, da mehrfache Beziehungen dieser Metalle zu den Kupferlegirungen vorliegen, und das Gleiche findet statt bei den wenigen andern Metallen, welche ausser den uns speziell interessirenden von den Römern gekannt waren.

Gold.

Im Buche XXXIII, wo Plinius mit den Metallen beginnt: »Metalla nunc ipsaque opes, et rerum pretia dicentur etc.« erschöpft er sich in Klagen über den Luxus, über die Goldgier der Menschen, und vorzugsweise scheinen ihm die goldenen Ringe zu missfallen.

Das Gold war früher selten in Rom. Als man von den Galliern den Frieden erkaufen wollte, konnte man nicht mehr als tausend Pfunde (non plus quam mille pondo potuere) aufbringen, indessen wurden schon im dritten Consulate des Pompejus aus dem Fussgestelle des Capitolinischen Jupiter (e solio) zwei tausend Pfunde Gold entwendet, welche aber der Capitolinische auf noble Weise doppelt ersetzte (duplum reddidisset), wie, wird nicht gesagt.

Später schien es stets weniger, ärmlich in Rom mit Gold herzugehen.

Cajus Marius liess aus dem brennenden Capitol und den übrigen Tempeln 14,000 Pfunde Gold nach Präneste bringen. Sulla nahm sie später und führte sie im Triumphe nach Rom, nebst 6000 Pfunden Silber, und 15,000 Pfunden Gold und 150,000 Pfunden Silber, welche er schon Tages vorher in die Stadt bringen liess.

Den Göttern opferte man kein Gold, nur die Hörner der grössern Opferthiere wurden vergoldet, hingegen trugen die Soldaten goldene Fibulen, und die Frauen hüllten sich vollständig in Gold, und der Triumvir Antonius bediente sich für gewisse Bedürfnisse nur goldener Gefässe.

Dieser eigenthümliche Luxus steht indessen nicht vereinzelt da. Man hat mir in Chile erzählt, dass vor der Revolution, um 1818—1820, fast in jedem, nur halbwegs besseren (reicheren) Hause analoge Ge-

fässe von Silber benutzt wurden. Der Patriotismus, das heisst die Geldopfer, welche die Revolution erforderte, verzehrte das Silber und setzte den Thon an dessen Stelle, wie man mir sagte, zum grossen Aerger der besseren Hälfte der chilenischer Bevölkerung. Uebrigens erzählt Plinius an einer andern Stelle LXXXIII. Cap. LIV., dass auch die Römer sich ähnlicher Gefässe von Silber bedienten: eademque materia (argentum) et cibis, et probris serviat.

Plinius führt, stets weheklagend über solchen sündhaften Aufwand, noch eine Menge anderer Beispiele an: vergoldete Wände und Decken, dergleichen Dächer, und selbst goldene Häuser, welches aber muthmasslich, wenigstens theilweise, bildlich zu verstehen ist, so wie die Geschichte mit den goldenen Kronen, von welcher Claudius eine von 7000 Pfunden von Hispania citerior; eine andere von 9000 Pfunden von Gallia Comata geschenkt erhalten hat.

Wenigstens heisst es 7000 und 9000 in den Uebersetzungen, in der lateinischen *) Ausgabe steht: inter coronas aureas, VII pondo habere, quam contulisset Hispania citerior, IX quam Gallia Comata titulis indicavit.

Unzweifelhaft waren alle Uebersetzer des Plinius sehr bedeutend bessere Philologen als ich, dafür aber wird man mir zugestehen, dass eine 9000 Pfunde wiegende Krone ein eigenthümlicher Gegenstand ist, und dass entweder corona oder pondo eine andere Bedeutung haben mag.

Doch aber geht aus Allem hervor, dass man zu jener Zeit bedeutende Mengen Goldes hatte, und eben so grossen Werth auf dasselbe legte.

Ich füge nur noch einige Notizen aus Plinius über gemünztes Gold bei.

Im Jahre der Stadt 547 wurden die ersten Goldmünzen geschlagen, und ein Scrupel Gold zu zwanzig Sesterzen angesetzt. Vor dem dritten punischen Kriege befanden sich 17,410 Pfunde Gold in der Staatskasse, zu Anfange des Bundesgenossen-Krieges 1,620,831 Pfunde, und als Cäsar im Bürgerkriege in die Stadt einrückte, nahm er 15,000 Barren Golds aus dem Staatsschatze. Ich bemerke hiezu, dass das Gold in Barren als rein angenommen wurde, und dass man eine Legirung desselben mit einem anderen Metalle nach Sullas Münzgesetz als Münzfälschung betrachtete, und dass gegen Ende des 6. Jahrhunderts der Stadt das Pfund Gold zu $11^{19}/_{21}$ Silber gesetzt wurde, also wie 1 zu 11,91. Auf verschiedene Münzspekulationen der römischen Regierungen zurückzukommen habe ich wohl später Gelegenheit. —

Ueber die Eigenschaften des Goldes und die Art es zu gewinnen, spricht sich Plinius vielfältig aus.

Es ist äusserst haltbar, verliert im Feuer nichts, färbt nicht ab wie Silber, Kupfer und Blei, und wird von Salz und Essig nicht angegriffen. Dabei ist es äusserst dehnbar. Eine Unze lässt sich zu 750 Blättchen schlagen, jedes zu 4 Zoll in's Gevierte, man kann es auch wie Wolle weben und spinnen und verschiedene Gegenstände damit vergolden. Marmor und Alles, was man nicht glühen kann, vergoldet man mittelst Eiweiss. Holz mit einer Art Leim, welche man Leucophoron nennt, Kupfer mittelst Quecksilber.

---

*) Biponti CIϽIϽCCLXXXIV Volumen V. Lib. XXXIII. Cap. XVI.

Gewonnen wird das Gold in mancherlei Ländern auf mehrerlei Weise. In Indien graben es die Ameisen aus, in Scythien die Greifen (gryphi), in andern Ländern wird es durch bergmännische Arbeit gewonnen, und die Art seines Vorkommens ist eine dreifache.

Einmal im Flusssande, zum Beispiele im Tayus (Tajo) in Hispanien, im Padus (Po) in Italien, im Pactolus (Sarabat) in Kleinasien, im Hebrus (Moritza) in Thracien, und im Ganges.

Dann findet man es im Schuttlande (ruina montium, Seifenlager also) und wenn man das Segullum *), welches das Gold anzeigt, entfernt hat, wird das Gold ausgewaschen.

Endlich wird es durch regelrechten Bergbau gewonnen, was allerdings aus den Berichten des Plinius hervorgeht, obgleich allerlei Verrücktheiten mit unterlaufen. Indessen führte man Schachte in den Berg, brachte das Gestein, welches ziemlich reich an Gold-Nestern sein musste, heraus, pochte und schlemmte, worauf man es durch mehrfaches Umschmelzen in aus tasconium gemachten Schmelztiegeln reinigte.

Eine andere Art des Bergbaues auf Gold bestand darin, dass man den Berg mit Stollen und Strecken durchsetzte, denselben dann zusammen stürzen liess und die Trümmer desselben in Gruben von 200 Fuss ins Gevierte schlemmte. Dann liess man durch Abzugskanäle abfliessen, fing das Gold in Reissig auf, welches man später, um das Gold zu erhalten, verbrannte. Aus auf solche Weise in Spanien bearbeiteten Bergen erhielt man nicht selten 10 Pfund schwere Stücke Gold. In Asturien, Galläcien und Lusitanien sollen jährlich 20,000 Pfund gewonnen werden. In Dalmatien gab es Zeiten, in welchen man (unter Nero) täglich 50 Pfunde fand.

Quecksilber (argentum vivum) ist ein gutes Mittel Gold zu reinigen, und auch mit Blei **), die heutige Treibarbeit, wird es gereinigt, im Uebrigen enthält alles Gold zehn, neun, acht Theile Silber, und Gold, welches fünf Theile Silber hat, wird Electrum genannt und auch künstlich hergestellt. Das stimmt ganz gut mit den Analysen der Neuzeit. In 17, mit verschiedenen Gediegen-Golden angestellten Analysen, fand B o u r r i n g a u l t 2.00 bis 35.07 p. Ct. Silber. G. R o s e in 23 Analysen verschiedener Sorten: 0.16 bis 38.74 p. Ct. Warum aber das sogenannte Albikratensische Gold, in welchem sechsunddreissig Theile Silber sind, allen andern vorgezogen wird, ist ziemlich unbegreiflich. Die Stelle lautet: Cap. XXIII. Omni auro inest argentum vario pondere, alibi dena, alibi nona, alibi octava parte. In uno tantum Galliae metallo, quod vocant Albicratense, tricesima sexta portio invenitur, ideo ceteris praeest.

Ich wage zu vermuthen, dass zwischen »octava parte und »In uno etc.« eine Stelle fehlt, und dass unter dem metallum Albicratense vielleicht ein G o l d f ü h r e n d e s G e s t e i n verstanden ist. Indem ich den geehrten und gelehrten Leser dieser unberufenen, muthmasslich ketzerischen Vermuthung wegen um Entschuldigung bitte, thue ich ein Gleiches, bezüglich der ungebührlich langen Zeit, welche ich dem Golde gewidmet habe und gehe über zum:

---

*) Was Segullum ist, weiss man nicht genau, muthmasslich aber irgend eine Erde von in die Augen fallender Farbe. Die Stelle dieses Segullum vertritt in Californien verwitterter Schwefelkies, in dessen Nähe nicht selten Waschgold in derben Stücken und erwünschter Menge gefunden wurde.

**) Schon A g a t h a r c h i d e s, 130 vor Christus, erwähnt einer Reinigung des geschlemmten Goldstaubs mit B l e i, etwas Zinn und Kochsalz.

Silber.

Diodorus, 30 Jahre vor Christus, giebt über das Silber folgende Notizen:

Die Bewohner von Saba in Arabien sind ausserordentlich reich. Sie besitzen goldene Becher mit getriebener Arbeit, und neben anderen Kostbarkeiten trifft man allenthalben bei ihnen Silber an.

In Gallien findet sich gar kein Silber, hingegen sind in Iberien, (Spanien, jetzt Carathgena) bedeutende Silbergruben, aus welchen die Karthager ihren Reichthum schöpften, ehe die Römer in deren Besitz kamen. Manche dort angelegte Schmelzöfen lieferten alle drei Tage ein Euböisches Talent. Die Römer legen jetzt dort viele neue Gruben an und graben tief in die Erde. Das Wasser in den Gruben bewältigen sie durch die Wasserschraube des Archimedes und stellen mehrere derselben über einander, so dass sie das Wasser bis zum Mundloch (*στόμιον*) der Grube fördern.

Strabo, 50 Jahre nach Christus, spricht von den riesigen Silberbergwerken Neukarthagos und sagt, dass der Silberreichthum in Spanien so gross gewesen sei, dass man sich silberner Krippen und Fässer bedient habe.

Mancherlei Notizen bringt Plinius über das Technische des Silbers.

Silber wird nur in Schachten gefunden und wird mit Blei oder galena (Bleiglätte) ausgeschmolzen. Beim Schmelzen scheidet sich das Blei aus, und schwimmt oben auf der Oberfläche, wie Oel auf Wasser.

Je weicher Gold und Silber sind, desto schöner sind sie.

Mit Silber kann man schwarze Striche machen.

Das Silber wird mit Zinn gelöthet.

Auf dem Probirsteine (coticula) streicht man Gold, Silber und Aes, und Sachverständige sehen sogleich, wie viel von diesen Stoffen im Erze enthalten ist.

Dasjenige Silber ist das beste, welches auf einer eisernen Platte geglüht weiss bleibt. Mittelmässig ist das braunwerdende, das, welches schwarz wird, taugt nichts.

Früher glaubte man nur aus dem besten Silber Spiegel machen zu können, gegenwärtig aber findet Verfälschung statt. Das Bild im Spiegel entsteht aber dadurch, dass die Luft zurückgestossen (repercusso aere) und dem Auge wieder zugeführt wird. —

Bezüglich gemünzten Silbers, silberner Geräthschaften und dergleichen sagt er, dass erst im Jahre 485 der Stadt Silbermünzen geprägt worden seien. Besiegte Völker mussten die Kriegssteuer stets in Silber erlegen, so die Karthager, welche sich verpflichten mussten, jährlich fünfzig Jahre lang 800,000 Pfund Silber zu zahlen.

Vor dem dritten Punischen Kriege befanden sich im Staatsschatze 22,070 Pfund Silber und 6,135,400 Stück (Silber?-) Münzen, und neben dem schon oben angeführten Golde nahm Cäsar aus dem Staatsschatze 30,000 Barren Silber.

Auch schon in früheren Zeiten war viel Silber vorhanden. So rebeutete Cyrus in Asien 500,000 Talente Silber, und das Mischgefäss der Semiramis wog allein 15 Talente, nach Varro ein Talent zu 80 Pfunden.

Cäsar, bevor er noch Dictator wurde, liess die ganze Arena mit Silber ausschmücken, und die Verbrecher mussten mit silbernen Waffen gegen die wilden Thiere kämpfen.

Der Aufwand, welcher mit Silber getrieben wird, nimmt stets

mehr zu. Früher tadelte man diejenigen, welche silbernes Küchengeräthe besassen, jetzt hingegen verziert man die Kutschen mit getriebener Silberarbeit, (at nos carrucas ex argento caelare invenimus) und die Betten der Frauen sind mit Silber geschmückt.

Zur Zeit des Syllarischen Bürgerkriegs waren 500 silberne Schüsseln, jede von 100 Pfunden in Rom. Heute treibt man es stärker. Ein Bediensteter (servus) des Kaisers Claudius, Drusillanus Rotundus genannt, hatte eine silberne Schüssel, welche allein 500 Pfund wog. Man hatte um sie zu verfertigen eine eigene Werkstatt erbaut, und seine Collegen (comites ejus) hatten deren achte, welche zusammen achthundert und fünfzig Pfunde wogen.

Dann spricht Plinius von Kunstwerken aus Silber und von dem hohen Arbeitslohn, der für solche gegeben wurde. C. Gracchus hatte Dephine, von denen das Pfund mit 5000 Sesterzen gezahlt wurde (etwa 156 Thaler); der Redner Lucius Crassus besass zwei Becher in halb erhabener Arbeit, welche der Künstler Mentor gefertigt hatte, welche hundert grosse Sesterzen gekostet hatten (3125 Thaler), und er gestand selbst, dass er sich schämte, sie zu gebrauchen. Doch steht es fest, dass er Gefässe kaufte, von welchen ihm das Pfund auf 6000 Sesterzen zu stehen kam. —

Wir übergehen indessen noch zahlreiche Beispiele von Aufwand, welcher mit silbernen Geräthen und Schmuck getrieben wurde, und eben so die Klagen des Plinius über denselben und schliessen mit einer Stelle, in welcher er die Hauptschuld auf Asien wälzt:

Asien sendete diesen Luxus zuerst nach Italien. Lucius Scipio führte im Jahre der Stadt 565 1450 Pfund Silbergeräthe in getriebener Arbeit im Triumph auf, und dieses (von König Attalus) geschenkte Land hat unsere Sitten noch mehr verdorben. —

Eisen.

Agatharchides, 130 vor Christus, spricht von Goldwerken am Nil. Dort machen die Arbeiter die Felsen durch Feuer mürbe und zerschlagen sie dann mit eisernen Werkzeugen. —

Cäsar erwähnt, dass an den Küsten Britanniens sich Eisen (ferrum) fände. —

Diodorus sagt von den Celtiberern (in Spanien), dass sie eiserne zweischneidige Schwerter führten und spannenlange Dolche, und dass die Güte dieser so gross sei, dass ihre Waffen Schilde, Helme und Knochen durchdrängen.

Der Eisenwerke auf Elba (Aethalia) gedenkt er ebenfalls. Man findet dort viel Eisenerz (σιδηρῖτις), welches man aus den Felsen leicht in Stücke schlägt und in künstlichen Oefen glüht. Die Erze schmelzen, das geschmolzene Metall wird hierauf in Stücke zerschlagen, nach allen Handelsplätzen verfahren und zu Werkzeugen aller Art verwendet. (30 Jahre v. Chr.).

Notizen aus Plinius sind folgende:

Ich muss nun von Eisen (metallo ferri) dem besten und schlimmsten Dinge (vitae instrumento) reden. Wir durchschneiden mit ihm die Erde, pflanzen Weingärten, Obstfelder und beschneiden den Weinstock. Wir bauen Häuser mit Hülfe des Eisens, gewältigen die Felsen und gebrauchen es noch zu einer Menge anderer Dinge. Aber wir führen auch Kriege mit demselben, stiften Mord und Strassenraub und fechten nicht nur mit demselben, sondern schiessen es auch vogelschnell ab, sowohl

mit schwerem Geschütze als auch mit den Armen und als gefiederten Pfeil.

Dann kommen Klagen über diesen Missbrauch des Eisens, aus dem gesagten aber scheint zur Genüge hervorzugehen, dass zu Waffen und und Werkzeug zu jener Zeit das Eisen wohl allgemein bei den Römern eingeführt war.

Er spricht ferner von Bildsäulen aus einer Legirung von Eisen und Kupfer, von dem Künstler Aristonidas gefertigt, welches freilich etwas fabelhaft klingt. Der eisernen Ringe ist häufig erwähnt, so wie eiserner Becher, welche zu Rom im Tempel des Mars stehen, dessgleichen einer Statue des Herkules, gegossen von Alkon, welche sich noch zu seiner Zeit in Theben befand.

Vom Magnete hatte Plinius ziemlich genaue Kenntniss, läuft gleichwohl auch vielerlei Unrichtiges mit unter. Ueber Berg- und Hüttenwesen spricht er sich ebenfalls aus:

Eisenbergwerke findet man aller Orten, und die Farbe der Erde zeigt deutlich, wo Eisenerze liegen, und die Art das Eisen auszuscheiden, ist allenthalben dieselbe. (Sed ratio eadem excoquendis venis). Nur in Kappadocien muss die in die Oefen kommende Erde mit einem gewissen Flusswaser getränkt werden.

Es giebt, je nach Land und Himmelsstrich, verschiedene Sorten von Eisen. Einiges ist weich, fast wie Blei, welches passend für Räder und Nägel ist. Anderes ist zerbrechlich und erzartig (aerosum), eine dritte Sorte ist beliebt, weil sie sich ihrer Kürze (?) wegen zu Schuhnägeln schickt. Eine weitere Sorte rostet leicht. Alle diese Eisenarten werden stricturae genannt, welcher Ausdruck bei keinem anderen Metalle gebraucht wird.

Unter den Eisenöfen ist ein grosser Unterschied. Auf einigen schmilzt man den nucleus aus (ohne Zweifel Stahl), mit dem man schneidende Werkzeuge härtet (ad indurandam aciem, an die schneidende Seite anschweisst?). In andern wird der nucleus verfertigt, den man zu Hämmern und Ambosen benützt.

Ein grosser Unterschied (in der Brauchbarkeit) liegt auch im Wasser, in welches das glühende Eisen von Zeit zu Zeit eingetaucht wird, und manche Städte, in deren Nähe nicht einmal Eisenbergwerke sind, haben durch ihr Wasser eine gewisse Berühmtheit erlangt, zum Beispiel Bilbilis in Spanien, und Turiasso und Comam in Italien.

Das serische *) Eisen ist das beste. Dann kömmt das parthische. Andere Sorten werden nicht, wie diese, aus Stahl (?) (mera acie) gefertigt, sondern man setzt ihnen weiches Eisen zu. Unter den, den Römern gehörigen Ländern liefert Noricum (Steiermark und Kärnthen, ut in Noricis) das beste Eisen. Anderwärts, z. B. in Sulmo (Italien, die Stadt hat Gebirgsbäche mit sehr kaltem Wasser: gelidus Sulmo) bedingt die Behandlung die Vorzüglichkeit.

Es ist ein Unterschied beim Schleifen, wenn man Oel oder Wasser anwendet, denn Oel giebt eine feinere Schneide, auch löscht man feine Klingen in Oel ab.

Die Eisenbergwerke sind die ergiebigsten. An einer Küste in Cantabrien (Spanien) befindet sich ein steiler und hoher Berg, welcher ganz aus Eisen besteht.

---

*) Seria, mit dem Beinamen Fama Julia, Stadt der Turdetaner östlich von der Mündung des Aras (Spanien). Nach Anderen das mehr nach NO. gelegene Xerez de Cavalleros.

Glüht man das Eisen und hämmert es nicht, so verdirbt es, indessen lässt es sich rothglühend nicht gut hämmern, wohl aber weissglühend. Wird es mit Essig und Alaun bestrichen, so nimmt es Erzfarbe an.

Bleiweiss (cerussa), Gyps und flüssiges Pech schützen es gegen den Rost und die Griechen nennen diese Mischung Antipathia. —

Ueber die Wirkung des Eisens in der Heilkunde spricht sich Plinius weitläufig aus. Es werden von demselben chirurgische Instrumente verfertigt und das Glüheisen ist, bei von einem tollen Hunde Gebissenen, von grossem Vortheile.

Der Eisenrost wird medizinisch und chirurgisch vielfach verwendet, und mancherlei dieser alt-römischen Mittel werden wohl heute noch angewendet. Schlüsslich muss noch einiger sogenannter Sympathetischer Mittel gedacht werden.

Dreifache Kreise, um Jemand mit dem Degen gezogen, schützen gegen Gift (noxia medicamenta), Nägel aus einem Grabe, in die Thürschwelle geschlagen, helfen gegen nächtliches Erschrecken (nocturnas lymphationes) und prickeln mit einem Degen, mit welchem Jemand getödet worden ist, hilft gegen rasch entstandene Seiten- und Brustschmerzen etc.

Aus Allem dem geht aber hervor, dass zu Plinius Zeiten und wohl auch schon längere Zeit vor ihm, für Waffen und Werkzeuge aller Art, das Eisen das Kupfer verdrängt hat, und dass letzteres vorzugsweise nur noch (meist als Bronze) zu Münzen, Schmuck und Luxusgegenständen verwendet wurde, und für die Werke der bildenden Kunst.

Kupfer.

Es will scheinen, als seien die uns aufbewahrten Nachrichten über Kupferbergwerke nicht so zahlreich als jene über Gold und Silber, und zugleich die Bezeichnung der einzelnen Erze unbestimmt und schwankend. Da aber das Kupfer gerade die Hauptgrundlage der Bronze ist, müssen wir dennoch diese zusammen zu stellen suchen.

Cäsar sagt, dass die Britannier das Kupfer vom Auslande bezögen, von woher aber, sagt er nicht.

In Spanien giebt es viele Metallgruben, sagt Strabo, an verschiedenen Metallen sind indessen nur wenige reich. Jedoch in Tardetanien (von rein iberischen Stämmen bewohnt) und der es umgebenden Gegend, findet sich Gold, Silber, Kupfer und Eisen, mehr und besser als sonst irgendwo. Ferner:

Nach Posidonius Angabe führt das Kupfer aus Cypern allein die Kadmia, Kupfervitriol und Hüttenrauch.

Ohnweit Temesa (südliches Italien) sieht man eine Kupfergrube, die aber jetzt (um 50 Jahre nach Christus) verlassen ist.

Plinius bringt seine Notizen ziemlich durch einander gemischt:

Kupfer wird aus einem kupferhaltigen Steine, welchen man Kadmia nennt, (wir kommen später auf die Kadmia zurück) geschieden. Dieser wird häufig in Asien, ehedem in Campanien, und jetzt im Lande der Bergomater, am äussersten Ende Italiens gefunden, und wie man sagt, soll er neulich auch in der Provinz Germanien gefunden worden sein.

Es wird auch aus einem anderen Steine gewonnen, welchen man auf Cyprus Chalcites nennt. Hier wurde das Kupfer zuerst gefunden, bald aber sehr wohlfeil (mox vilitas praecipua), weil man besseres

in anderen Ländern fand. Das Aurichalcium gehört vorzugsweise hierher, man sah es lange als ein Kupfer der ersten Güte an, findet es aber schon lange nicht mehr, weil die Erde davon erschöpft ist.

Dem Sallustinischen, in der Gegend der Centronischen Alpen (kleinen St. Bernhard mit Umgebung) wurde der zweite Grad von Güte zuerkannt. Bald aber schätzte man das Livianische, welches man in Gallien findet, höher. Die Namen dieser Kupferarten kommen von den Besitzern des Bergwerkes her, von Sallustius, einem Freunde des Divus Augustus, und seiner Gemahlin Livia. Vom Livianischen wird aber jetzt nur noch wenig gefunden. Gegenwärtig schätzt man das Marianische, welches man auch Cordubensisches nennt, am höchsten. Nächst dem Livianischen nimmt es die Cadmia am besten auf, und gleicht in daraus geschlagenen Sesterzen und Doppel-Asen fast vollkommen dem Aurichalcum.

Dieser und anderer Fundorte des Kupfers wird auch bei den Mineralien, den Kupfererzen gedacht, auf welche wir jetzt einen Blick werfen wollen.

Coeruleum ist wohl am besten für Kupferlasur zu nehmen. Plinius sagt von ihr:

Es ist ein Sand, (muthmasslich, weil sie gerieben in den Handel kam), aus Aegypten kam in früheren Zeiten die beste. Dann die Scythische, welche sich leicht auflösen lässt (diluitur facile) und gerieben vier hellere und dunklere Farben giebt, dann kömmt die Puteolanische und die Spanische, als man anfing den dortigen Sand zu präpariren. —

Freilich stimmt die »leichte Löslichkeit« nicht recht mit Kupferlasur, doch mag diese Uebersetzung die richtige sein, und noch folgende unklare Stellen beziehen sich offenbar auf künstlich dargestellte Pflanzenfarben, welche Plinius mit der aus Kupferlasur bereiteten blauen Farbe durch einander wirft:

»Reines Coeruleum brennt auf Kohlen,« das heisst wohl, es giebt eine blaue Flamme. »Das Falsche wird gemacht, wenn man trockene Violen in Wasser siedet und Kreide damit färbt« etc. *).

Aurichalcium wird bei Plinius wohl auch als Messing gebraucht, ist aber, wenn der Sinn ein Mineral ergiebt, ohne Zweifel Aurichalcit, welcher in runder Summe besteht aus Kupferoxyd 28.2, Zinkoxyd 45.8, Kohlensäure 16.0, Wasser 10.0. Offenbar stehen die Namen Aurichalcium und Aurichalcit in Beziehung, ob aber diese in alter oder neuer Zeit aufgefunden worden ist, ich weiss es nicht. Kirschius sagt: »Orichalcium, Messing, so da aus Kupfer und Gallmey zubereitet wird. Veteres Aurichalcum scribebant, quod ex Auro et Aere compositum esse credebant.«

Schmilzt man Aurichalcit, so erhält man ein zinkreiches Messing von goldgelber Farbe, was den Alten wohl bekannt war. Da sie aber von den unseren ganz abweichende Begriffe von den Metallen hatten, so hielten sie das durch Schmelzen des Aurichalcit erhaltene Metallgemenge für ein besonders schönes und goldähnliches Kupfer, welches aus mehrfachen Stellen klar hervorgeht, so neben andern, gleich die oben bereits angeführten, wo gesagt wird, dass man das Aurichalcium lange Zeit als ein Kupfer der ersten Güte angesehen habe, dessen Fundgruben aber jetzt erschöpft seien, und ferner, dass das Marianische

---

*) Auch Dioskorides giebt eine passende Notiz: κυανος (Kupferlasur) kommt in Kupfergruben Cypern's vor, meist in von Meerwasser ausgewaschenen Höhlen: Die dunkelste ist die beste.

Kupfer hoch geschätzt werde, weil es die Cadmia leicht in sich aufnehme und dem Aurichalcium fast gleich werde.

Vielleicht ist es erlaubt, hier eine Stelle aus Plinius L. XXXIII. Cap. XXXI. anzuführen, in welcher freilich kein Begriff von Metall gegeben, aber der Abstammung des Wortes gedacht ist:

Silber wird fast in allen Provinzen gefunden, das schönste aber in Spanien, und selbst im unfruchtbarsten Boden und im Gebirge. Wo man eine Ader auffindet, trifft man nicht weit davon eine andere, und es scheint, dass sie wegen dieses Umstandes von den Griechen den Namen Metalle (μετ᾽ ἄλλα) erhalten haben, (unde metalla Graeci videntur dixisse). Ob das sich in der That so verhielt, weiss ich nicht, dass aber das in Bergwerken vorkommende Aurichalcium unser Aurichalcit ist, unterliegt wohl keinem Zweifel.

Eben so getrost mag man Chrysocolla mit Malachit, Kupferoxyd 72.2, Kohlensäure 18.5, Wasser 9.3 übersetzen. Theophrast sagt:

Der falsche Smaragd kommt an verschiedenen Stellen vor, besonders in den Kupfergruben Cypern's in Gängen, welche sich durchkreuzen, aber zu Ringsteinen ist er selten gross genug *). Man benützt die meisten zum Löthen des Goldes, wozu sie eben so brauchbar sind als die Chrysocolla. Manche Leute glauben auch, sie seien von der Chrysocolla nicht wesentlich verschieden, und jedenfalls haben sie dieselbe Farbe. Die Chrysocolla findet sich zwar in Goldgruben, weit mehr aber in Kupfergruben.

Dioskorides sagt von der Chrysocolla:

Die beste kommt aus Armenien, und ist tief lauchgrün, nach ihr kömmt die Macedonische und nach dieser die von Cypern. Die reine schätzt man höher, als die, welche erdige und steinige Theile enthält. Sie erwirkt Erbrechen (wie Kupfersalze überhaupt) und kann sogar tödtlich werden.

Was Plinius von der Chrysocolla sagt, scheint nur zum geringen Theil auf Malachit zu passen, war jedenfalls etwas Anderes als die von Theophrast und Dioskorides erwähnte Substanz, und mag wahrscheinlich auf Kupfervitriol **) zu beziehen sein. Ich will die Stelle L. XXXIII. Cap. 26 anführen.

Chrysocolla ist eine Flüssigkeit, welche in den Gruben gefunden wird, durch die Goldadern rinnt und im Winter erhärtet. Man hat gefunden, dass die in den Kupferbergwerken die beste ist, und dann kömmt die aus den Silberbergwerken. Auch in Bleigruben wird sie getroffen, aber diese ist noch schlechter als die aus den Goldwerken. In allen diesen Bergwerken (welche natürlich auch Kupfererze enthalten müssen) macht man die Chrysocolla auch künstlich, aber sie taugt viel weniger als die natürliche. Man leitet nämlich Wasser in die Metallgänge, lässt es den Winter hindurch bis zum Juni darin stehen, und bis zum Juni und Juli sind sie wieder trocken geworden (deinde siccatis, das Kupfersalz ist herauskrystallisirt). Hieraus ersieht man, dass die Chrysocolla nicht anders als eine durch Fäulniss aufgelöste Metallader ist. —

Soweit würde alles ganz trefflich mit Kupfervitriol stimmen, das

---

*) Lenz, dessen treffliche Schrift: »Die Mineralogie der alten Griechen und Römer« von Dr. H. O. Lenz, Gotha, Thienemann 1861, ich vielfach benützte, bemerkt, dass Malachit noch heute auf Cypern vorkommt, so viel bekannt, jedoch nur in kleinen Massen.

**) Notizen des Dioskorides über Kupfervitriol, weiter unten.

Folgende aber nicht, und, wie mir vorläufig scheinen will, eigentlich mit gar Nichts. Es heisst:

Die natürliche Chrysocolla kennzeichnet sich am Meisten durch ihre Härte, man nennt sie Lutea (verwitterter Eisenvitriol? dann passt aber eben so wenig das Folgende), doch aber wird sie mit einem Kraute gefärbt, welches Lutum heisst, gefärbt, weil sie, wie Leinwand und Wolle, Saftfarben (ad succum bibendum) annimmt. Die Chrysocolla wird hierauf zerstossen, gesiebt und das nicht durchgefallene unterwirft man nochmals derselben Behandlung. Man bringt es hierauf in Kessel und behandelt es mit Essig, damit es die Härte verliert, hierauf wird es in Becken gebracht, gewaschen und getrocknet, worauf man es mit alumine schisto (eisenhaltigem Alaun??) und mit dem genannten Kraute färbt. Es wird also vorher selbst gefärbt, ehe es zur Farbe dient. Es liegt daran, dass es die Farbe wohl einziehe, thut es das nicht, so wird Scytatum und Turbystum hinzugefügt, denn so nennt man zwei Mittel, welche das Einziehen befördern. (Von welchen aber keine Seele weiss, was sie bedeuten, und muthmasslich Plinius selbst nicht, da er wahrscheinlich seine Nachrichten von Arbeitern einzog und termini technici, Provinzialismen, vielleicht auch absichtlich Falsches zu hören bekam —).

Die gefärbte Chrysocolla wird Orobitis genannt, und man hat von derselben zwei Arten, eine pulverförmige und eine flüssige. Beide Arten werden auf Cypern gemacht. —

Bisher war also bei Plinius die Chrysocolla fortwährend Lutea, gelb, plötzlich aber wird sie gras- oder saatgrün. Er sagt nämlich von ihrem Vorkommen Aehnliches, was schon Dioskorides sagte: die beste sei in Armenien, dann in Macedonien, die reichlichste Menge in Spanien, und bemerkt dann, dass die saatgrüne die Beste sei.

Das passt wieder auf Malachit.

Dann kommen die Preise, die Methoden mit derselben zu malen, und Fälschungen.

Auch zum Goldlöthen wird die Chrysocolla gebraucht, sie wird zu diesem Zwecke mit Knaben-Harn, Grünspan, (Cypria aerugine) und Nitrum in kupfernen Mörsern zerrieben und dann Santerna genannt, was vielleicht auf Malachit so wohl als auf Kupfervitriol bezogen werden kann, denn man fügt der Santerna Gold und Silber zu, und ein ähnliches Loth benützt man noch heute. Was Plinius aber von medicinischem Gebrauche der Chrysocolla sagt, passt vollkommen auf Kupfervitriol:

In der Medicin gebraucht man, (als eine Salbe) mit Wachs und Oel, die Chrysocolla zum Reinigen der Wunden. Für sich allein 'und trocken angewendet, trocknet sie und zieht zusammen. In der Halsbräune wird sie mit Honig gegeben. Sie bewirkt Erbrechen, ist nützlich bei Augenleiden, und wird unter das grüne Pflaster gemischt, um den Schmerz zu lindern und die Vernarbung zu befördern (ad cicatrices trahendas).

Ich glaube also, dass Chrysocolla bei Plinius verschiedenerlei Dinge bedeudet, und dass eben der Zusammenhang ergeben muss, was er für den Augenblick meint. Die Chrysocolla des Theophrast und Dioskorides mag als Malachit zu nehmen sein.

Ich füge bei, dass auch Vitruv, 10 Jahre vor Christus, der Chrysocolla erwähnt, indem er sagt, wem die Chrysocolla als Farbe zu theuer ist, der bringt ein sehr schönes Grün durch eine Mischung von Herba lutea und Coeruleum hervor. Das stimmt mit Malachit, da der-

selbe wirklig kostspielich war, und mit Kupferlasur, der Mischung von gelb und blau. —

Wir wollen jetzt einen flüchtigen Blick auf einige Kupferpräparate, sit venia verbo, werfen, und auf die Bronze und die Kupferlegirungen erst dann übergehen, wenn wir die den Römern und ihren Nachbaren bekannten Metalle besprochen haben, da ein grosser Theil derselben entweder einen absichtlich zugesetzten Bestandtheil der Kupferlegirungen bildet, oder einen zufälligen.

Vitruv, 10 Jahre vor Christus, beschreibt die Bereitung des Grünspan (aerugo, aeruca): die Rhodier thun Essig in Fässer, legen Reiser in dieselben und legen Kupferbleche auf diese, dann wird das Fass geschlossen.

Aehnlich spricht sich Dioskorides aus:

Der Grünspan (ἰὸς ξυστός) wird so bereitet: In ein Gefäss wird scharfer Essig gethan, oben auf ein gewölbter oder auch flacher, wohlgereinigter Deckel, nach zehn Tagen öffnet man und schabt den entstandenen Grünspan ab. Oder man hängt oberhalb des Essigs Kupfer auf und nimmt wieder nach zehn Tagen den Grünspan ab. —

Man legt auch Kupferplatten zwischen bereits saure Weintrestern, und eben so kann man Grünspan aus Kupferfeile machen, oder aus den dünnen Kupferplättchen, zwischen welchen die Goldschläger ihre Goldplättchen schlagen *). —

Anderer Kupferpräparate gedenkt er folgendermassen:

Gebranntes Kupfer (κεκαυμένος χαλκός) ist schön roth (Kupferoxydul) und wird gerieben wie Zinnober, das schwarze (Kupferoxyd) ist zu stark gebrannt. Das gebrannte Kupfer wird äusserlich und innerlich als Arznei gebraucht. —

Aus einer weiteren, aber etwas verworrenen Notiz geht hervor, dass man auch Schwefelkupfer bereitete.

Kupferblüthe (χαλκοῦ ἄνθος) entsteht, wenn das Kupfer aus dem Schmelztiegel gegossen ist und sogleich mit kaltem Wasser begossen wird. Sie ist roth und besteht aus kleinen schweren Stückchen (Kupferoxydul). Sie wird innerlich und äusserlich als Arznei gebraucht. Ein ähnliches Präparat scheinen λεπίς, die Schuppen zu sein, welche aus cyprischen Messingnägeln bereitet werden. Sind zwar gelblich, geben aber mit Essig Grünspan. Sowohl die Kupferblüthe als auch die Schuppen sind als Kupferhammerschlag anzusehen, als ein Gemenge, in welchem, je nachdem Oxyd oder Oxydul überwiegt, und welches wohl auch noch metallisches Kupfer enthält.

Des Kupfervitriols erwähnt Dioskorides ebenfalls. Das von ihm angegebene Vorkommen desselben ist zwar theilweise natürlich, ich lasse aber, wie ich bereits oben sagte, die ganze Stelle hier folgen:

Der Kupfervitriol (χαλκανθον) ist eine erstarrte Flüssigkeit und kömmt in drei Sorten vor. Die eine tröpfelt im Innern der Bergwerke, wird deshalb auch von den Bergleuten auf Cypern σταλακτίς genannt. Die zweite bildet in Höhlen kleine Teiche und wird in Gruben gebracht,

*) Es wäre interessant zu erfahren, ob dieses Verfahrens der alten Goldschläger auch anderwärts gedacht ist, und ob es vielleicht irgendwie für die heutige Technik zu benützen wäre. Man benützt gegenwärtig Pergament zu diesem Zwecke, dessen Preis aber, abgesehen von der argen Verwüstung, welche unter alten Urkunden und Aehnlichem angerichtet wird, täglich im Preise steigt. Leider habe ich wenige Hoffnung auf die Wiedereinführung dieses alten Verfahrens, und eben so wenig Vertrauen auf seine Zweckmässigkeit dem Pergamente gegenüber. —

um sich daselbst zu verdichten und wird deshalb πηκτόν (Verdichtungs-Vitriol — Lenz) genannt, die dritte Sorte heisst Kochvitriol, er wird in Spanien bereitet und hat eine schöne Farbe. Er wird dort in Wasser gekocht, erstarrt dann und bildet dabei viele würfelartige Gestalten, die traubenartig an einander hängen. (Ohne Zweifel also Um-Krystallisation des natürlich vorkommenden). Die beste Sorte des Kupfervitriols ist blau, schwer, dicht und durchscheinend. Man braucht ihn zum Färben der Tücher und als Arznei, auch wird er gebrannt.

Plinius sagt, dass man die Schlacken in Kupferschmelzöfen zerstampfe, wasche, und zum Gebrauche als Arzneimittel trockne, sie habe aber weniger Wirksamkeit als das Kupfer selbst. Sed in aeris flore (in der Kupferblüthe), fährt Plinius fort, liegt medicinische Wirksamkeit. Sie entsteht beim Umschmelzen des Kupfers unter starkem Gebläsfeuer, in der Form kleiner Flocken, die man Blumen nennt, auch fallen sie ab, wenn die panes aeris (Kupferbrode, Erzkuchen) durch das Abkühlen mit Wasser roth werden.

Auf gleiche Weise erhält man die Schuppen, mit welchen man die Blumen verfälscht, aber der Unterschied ist der, dass man die Schuppen durch Hammerschläge erhält, die Blüthe aber von selbst abspringt.

Eine feinere Sorte von Schuppen ist jene, welche von der äussersten, gewissermassen wolligen Oberfläche der Erzkuchen abgenommen wird. Man nennt sie Stomoma. —

Auf höchst widerhaarige Weise spricht sich Plinius jetzt in L. XXXIV. Cap. XXV., über die Aerzte aus. Sie verstehen nichts (haec omnia ignorant) von der Chemie, machen selbst keine Arzneien, sondern trauen den Quacksalbern (Spelasiae *) credunt), und wenn sie über Bücher gerathen, so stellen sie mit den darin aufgefundenen Recepten, auf Kosten der Kranken, mit diesen allerlei Experimente an.

Diese unangenehme Stelle gehört nicht mitten unter die Kupferpräparate der alten Römer.

Sie gehört noch weniger in eine Arbeit »über die Kupferlegirungen,« aber ich führe sie dennoch hier an, weil es mich glücklich macht dabei aussprechen zu dürfen, dass in unseren Zeiten das Alles anders geworden ist.

Kehren wir jetzt aber zu den Kupferpräparaten des Plinius zurück:

Schuppen und Erzblüthe werden in irdenen oder kupfernen Schüsseln gebrannt und ihr medicinischer Gebrauch ist manchfach. Sie werden wie die Zinkpräparate gebraucht und ferner für allerlei verdächtige Fleischauswüchse, so auch gegen Leiden des Zäpfchens im Munde. Bei Harthörigkeit bläst man sie durch Röhrchen in die Ohren, und mit Honig helfen sie gegen geschwollene Mandeln. Auch bei Wassersucht werden sie zu zwei Drachmen in einem Nössel (hemina, beiläufig so viel) Weinmeth innerlich gegeben, auch äusserlich, mit feinem Mehle aufgelegt.

Der Grünspann (aerugo) wird ebenfalls vielfach gebraucht. Man schabt ihn wohl auch von der Aussenseite der Kupfererze ab, sonst aber wird er auf verschiedene Weise dargestellt.

Diese Verfahren übergehe ich, da sie wesentlich dieselben sind, welche Dioskorides angegeben hat, und auf Behandlung von Kupfer

*) Spelasia oder Spelasium war ein Platz in Capua, auf welchem vielfache Quacksalbereien feil geboten wurden, so dass Spelasia und Quacksalberbude gleichbedeutend genommen wurde.

mit Essig beruhen. Auch die medicinische Wirkung ist im Allgemeinen die bereits oben angegebene, gegen allerlei Geschwüre und besonders gegen manchfache Augenleiden.

Verfälscht wird er auf mancherlei Art. Der von Rhodus kommende mit geriebenem Marmor, andere wohl auch mit Bimstein oder mit Gummi. Am leichtesten aber wird man durch die Verfälschung mit Schuste. hwärze (atramentum sudorium) getäuscht.

Lenz hat das ganz trefflich mit Eisenvitriol übersetzt, und mit der von Plinius angegebenen Reaktion, die das beweist, wollen wir unsere Notizen über das Kupfer schliessen:

Gallus-Papier (papyro galla prius macerata deprehenditur) verräth diese Fälschung, denn es wird sogleich schwarz, wenn es mit (gefälschtem) Grünspan in Berührung gebracht wird.

Zinn.

Ueber Vorkommen, Ausbringen und Handel des Zinnes sagt Diodorus, 30 Jahre vor Christus, folgendes:

Auf der Landspitze Britannien, welche Belerion (Cornwall) heisst, bereiten die Leute das Zinn. Sie holen es aus der felsigen Erde, schmelzen und reinigen es. Das gewonnene Metall bringen sie in Barren auf die Insel Iktis (Wight), und die Kaufleute führen es von dort nach Gallien, wo es auf Saumrossen, an dreissig Tagreisen weit, bis zur Mündung der Rhone in die grosse Handelsstadt Massilia (Marseille) getragen wird.

Eine ähnliche Nachricht des Posidonius führt Strabo an:

Das Zinn wird auf den oberhalb Lusitanien (Spanien) gelegenen Zinn-Inseln (Grossbritannien) gegraben und von da nach Marseille gebracht.

Bei den Artabern, welche im Nordwesten Lusitaniens wohnen (Promontorium Artabrum, jetzt Capo Finisterre), soll silberhaltiges Zinn auf der Erde liegen.

Verzinnter Kessel, zur Gewinnung des Oels aus dem Wunderbaum, erwähnt Dioskorides.

Cäsar meldet, dass sich im Innern Britanniens Zinn finde, und Plinius giebt eine Nachricht des Geschichtschreibers Timäus:

Sechs Tagreisen von Britannien liegt die Insel Miktis (?), wo sich das Zinn findet, und von wo es die Britannier mit Schiffen holen.

Plinius selbst sagt:

Celtiberien (Südwesthälfte des heutigen Arragoniens) gegenüber liegen die Inseln, welche wegen ihres Zinnreichthums Kassiteriden genannt werden.

Eine weitere Stelle gibt Aufklärung über die häufig vorkommenden Ausdrücke: Schwarzes und weisses Blei. Plumbum nigrum ist Blei, Plumbum album, candidum, Zinn. Indessen findet sich, wie ich gleich weiter unten angeben werde, auch der Ausdruck Stanum, der, einmal wenigstens ganz zuverlässig, Zinn bedeutet.

Die oben erwähnte Stelle lautet:

Ich komme jetzt zum Blei, von welchem man zwei Arten hat, schwarzes und weisses. Das weisse ist das kostbarste und die Griechen nennen es cassiteron (Preciosissimum candidum, a graecis appellatum cassiteron). Es ist unrichtig wenn man sagt, dass es von den Inseln des atlantischen Meeres geholt werde (was freilich mit den oben angeführten Kassiteriden nicht gut stimmt).

Jetzt weiss man, dass es sich in Lusitanien (ein Theil von Portugal und Spanien) und in Galläcien (Galicien) erzeugt, in Gegenden wo ein schwarzer Sand getroffen wird. Man erkennt es vorzugsweise an seiner Schwere. In ausgetrockneten Löchern findet es sich in kleinen Steinchen. Die Bergleute waschen den Sand und schmelzen ihn hierauf. Auch in den Aluta genannten Goldbergwerken, wird es gefunden. Das Schlemmwasser (aqua immissa) spült hier schwarze, glänzende, wohl auch bunte Steinchen aus, die so schwer als Gold sind und mit dem Golde in den Sammelkörben zurückbleiben. In den Oefen werden sie abgesondert und bleiben geschmolzen als Zinn zurück. Es enthält kein Gold.

Es liegt auf der Hand, dass das hier in Rede stehende Mineral Zinnstein ist.

Gleich weiter unten, wo Plinius von der Ausbringung des Bleies spricht, kömmt der Ausdruck stannum vor, wenn gleich bei einem nicht vollkommen klaren Hüttenprozess:

Das Blei (Plumbum nigrum) erhält man auf zweierlei Art, entweder aus seinen eigenen Erzen oder aus Silbererzen.

Was zuerst im Ofen fliesst, wird stannum genannt, das zweite argentum, und das was im Ofen bleibt galena, welche nochmals geschmolzen, Blei giebt.

Man kann galena für Schwefelblei halten, das »stanum« ist aber jedenfalls unverständlich, und Lenz hält die ganze Stelle für eingeschoben.

Das stannum aber, von welchem gleich im nächsten Capitel XXXXVIII. die Rede ist, bedeutet unbedingt Zinn. Es heisst:

Wenn man kupferne Gefässe mit stannum überzieht, so erhalten die Speisen einen angenehmen Geschmack und die Bildung des Grünspans wird verhindert. Es ist auffallend, dass die Gefässe dadurch nicht schwerer werden. Die beliebtesten Spiegel wurden früher zu Brundusium verfertigt (indessen wie er L. XXXIII. Cap. XXXXV. sagt: stanno et aere mixti), später kamen die silbernen auf, deren sich jetzt schon die Mägde bedienen.

Das Stannum wird auch verfälscht, indem man drei Theile aeris candidi zu plumbum album fügt.

Hier ist nun freilich auf recht artige Weise allerlei, wenigstens schwer verständliches durch einander gemischt.

Wenn man indessen mit Lenz annimmt, dass aes candidum vollkommen reines Kupfer ist, und dass plumbum candidum reines Zinn, z. B. aus Zinnstein gewonnenes, stannum aber schon etwas legirtes Zinn ist, so wird der Satz wenigstens theilweise verständlich, und man kann sagen, dass plumbum candidum, oder album stets Zinn bedeutet, dass aber (aus, und vielleicht auch Plinius, nicht vollkommen klaren Gründen), bisweilen unter dem Ausdrucke stannum ebenfalls Zinn verstanden ist.

Im weiteren Verlaufe dieses vom Zinn handelnden Capitels kommt stannum nicht mehr vor, und das »album« tritt wieder in seine Rechte, und ich werde daher bei den Legirungen, von welchen Plinius noch schlüsslich spricht die Ausdrücke Zinn und Blei, anstatt plumbum album und nigrum gebrauchen:

Man fälscht es auch, indem man gleiche Theile Zinn und Blei mischt, was man argentarium nennt. Zwei Theile Blei und ein Theil Zinn heisst tertiarium. Man löthet die Röhren damit (fistulae solidantur). Unredliche Leute nehmen zum tertiarium noch gleiche Theile Zinn, nennen es ebenfalls argentarium und überziehen damit, was sie

wollen. Sie lassen sich für das Pfund dieser Mischung 166 Denare zahlen, während das Zinn 10 Denare und das Blei 7 kostet. Die Kunst des Verzinnens ist in Gallien erfunden worden, man kann die so behandelten ehernen Gefässe kaum von den silbernen unterscheiden und nennt sie incoctilia. Später begann man auf gleiche Weise in der Stadt Alexia zu versilbern (argentum incoquere) und versilberte besonders Pferde- und Lastthierschmuck, worin sich die Bituriger auszeichneten (reliqua gloria Biturigum fuit).

Ich bemerke hiezu, dass Alesia, bei Plinius Alexia, eine uralte, der Sage nach von Herkules erbaute, gallische Stadt war, von Cäsar niedergebrannt, später aber wieder erbaut und unter dem Namen St. Reine d'Alise bestand. Sie liegt indessen seit dem 9. Jahrhundert bereits wieder in Trümmern. Die Hauptstadt der Bituriger war früher Avaricum, später Biturigae, die schönste und festeste Stadt in Gallien in fruchtbarer Gegend, bewohnt von 40,000 Menschen. Von Cäsar erobert, geplündert, verbrannt!

Blei.

Vitruvius, 10 Jahre vor Christus: Um Bleiweiss (cerussa) zu gewinnen, bringen die Rhodier Essig in Fässer, legen Reiser hinein und über diese Blei, dann wird das Fass fest verschlossen.

Wird Bleiweiss im Ofen geglüht, so verändert sich die Farbe und es wird zu Mennige (sandraca) und die so erhaltene Mennige ist besser als die aus den Bergwerken erhaltene.

Dioskorides: Um gebranntes Blei zu bekommen (*μολυβδος κεκαυμένος*), schmilzt man kleine Bleistücke mit Schwefel und rührt dabei die Masse so lange, bis ein Pulver entsteht, das mit Blei keine Aehnlichkeit mehr hat (Schwefelblei). Es dient als Arznei, aber die Nase oder den Mund darf man nicht darüber halten, weil Bleidämpfe schädlich sind.

Auch die Schlacke des Bleis (*σκιωρία*) kann so verwendet werden, und der Bleistein (*μολυβδοειδὴς λίθος*) eben so.

Die beste Molybdäna (*μολύβδαινα*) ist der Bleiglätte ähnlich gelb, glänzend, zerrieben wieder gelb und bekommt, in Oel gekocht, eine Leberfarbe. Licht- oder bleigrau taugt sie nicht, sie entsteht in Gold- oder Silberöfen. (Beide zuverlässig, wie Lenz bemerkt, Hüttenprodukte).

Bei Sebaste (in Thracien) und Korykus (ohnweit des heutigen Kutri) gräbt man sie auch und die gelbe und glänzende ist die beste davon. (Vielleicht, nach Lenz, Gelbbleierz).

Die Bleiglätte (*λιθάργυρος*) entsteht aus sogenanntem Bleisande (*μολυβδῖτις ἄμμος*), der im Ofen stark geglüht wird, oder aus Silber, oder aus Blei. Die beste kommt aus Attika, dann die spanische, die von Dikäarchia in Kampanien, und endlich die von Sicilien. Die meiste wird aus Bleiplatten gemacht, welche man glüht. Die gelbe glänzende heisst Goldglätte (*χρυσῖτις*) und ist die beste, die aus Sicilien heisst Silberglätte (*ἀργρῖτις*), die aus Silber gemachte heisst Lauritis.

Das Bleiweiss (*ψιμύθιον*) wird folgendermassen bereitet: Man giesst in einen Topf scharfen Essig, bringt über diesem ein Rohrgeflechte an, und legt auf dieses einen Bleiklumpen. Sodann schliesst man den Topf mit einem Deckel, damit der Essigdampf nicht entweichen kann. Das Blei löst sich im Essigdampfe auf und tröpfelt nieder, darauf filtrirt man den reinen Essig ab, bringt das auf dem Filtrum bleibende in ein Gefäss, trocknet es an der Sonne oder über Feuer, zerreibt es dann und siebt es durch. Das beste Bleiweiss

kommt von Rhodus, Korinth und Lacedämon, das von Dikäarchia ist geringer. Man kann das Bleiweiss auch rösten, indem man es in ein neues irdenes Gefäss thut, dieses über glühende Kohlen stellt und die Masse umrührt, bis sie grau wird. Will man Bleiweiss brennen, so verfährt man eben so, erhitzt es aber, bis es an Farbe der Mennige (σανδαράχη) gleicht. So gebranntes Bleiweiss nennt man Sandyx. —

Nach der sogenannten Holländischen Methode wird noch heute das Bleiweiss durch Essigsäure dargestellt, wobei aber die nöthige Kohlensäure und erhöhte Temperatur durch Gährung organischer Substanzen hervorgebracht wird. Bei dem französischen und englischen Verfahren wird basisch essigsaures Blei, im feuchten oder aufgelösten Zustande, durch Kohlensäure zersetzt. —

Plinius erwähnt der Bleiwerke in Spanien und Gallien und sagt, dass man es in diesen Ländern mühsam graben müsse, in Britannien hingegen liege es nahe unter der Erdoberfläche, und man habe desshalb ein Gesetz ergehen lassen, worin die Menge bestimmt sei, welche man jährlich ausgraben dürfe.

Man hat das Ovetanische (?), das von Capraria (aus Capraria zwischen Populonia und der Nordspitze Corsicas, zuerst von wilden Ziegen, dann von Mönchen und jetzt von andern Leuten bewohnt), dann das von Oleastrum (Spanien, Landschaft, welche die Celtici bewohnten, Oleastrum gehörte zu dem Gerichtsbezirke Gades). Der Unterschied zwischen diesen drei Sorten ist unbedeutend, wenn es gut ausgeschmolzen worden ist.

Merkwürdig aber ist bei diesen Erzgruben, dass sie reichlich wieder sich ergänzen *), wenn man sie eine Zeit lang ruhen lässt. Die Luft, welche durch die erweiterten Gänge vollkommen ungehindert (ad satietatem) eindringen kann, scheint davon die Ursache zu sein, und es verhält sich damit wie bei den Weibern, welche nach einer Fehlgeburt fruchtbarer als zuvor werden. An dem Santarensischen Bergwerke in Bätika (spanische Provinz) hat man erst neulich diese Erfahrung gemacht. Sie waren früher für zweimal hundert tausend Denare verpachtet, als aber der Bergbau eine Zeit lang nicht betrieben wurde, verpachtete man das Werk um zweihundert und fünf und fünfzig tausend. Der Preis des Antonianischen Bergwerkes ist auf ähnliche Weise und von einer gleichen Pachtsumme an bis auf einmal hundert tausend Pfunde (pondo) gestiegen.

Einen manchfachen und bisweilen sonderbaren medicinischen Gebrauch schreibt Plinius dem Blei zu. Es mindert allzustarke Vorliebe für rosenfarbe Sünden, und der Redner Clavus hat sich durch Bleibleche solid gemacht, und auf solche Weise seine körperlichen Kräfte für die Wissenschaft gespart. Der musikalische Kaiser Nero legte Bleibleche auf die Brust und zeigte, indem er, von denselben bedeckt, sang, wie man seine Stimme erhalten könne. Im Uebrigen wirken die Bleipräparate adstringirend und stopfend, und ziehen die

---

*) Freilich ein artiger Unsinn, allein man darf das Plinius nicht so schlimm anrechnen. Ich habe in Bolivien europäische Bergwerksbesitzer mit Bestimmtheit die Meinung aussprechen hören, dass das Kupfer in den Minen wieder nachwachse, dass aus Kupfer Silber, und aus diesem endlich Gold werde, und vor etwa sechs Jahren erschien ein Schriftchen, in welchem Anweisung gegeben wurde, diesen »Prozess des Reifen der Metalle« auf zweckdienliche Art zu befördern, irre ich nicht durch Destillation in der Sonne. Aber das Schriftchen selbst steht mir im Augenblicke nicht zur Hand, da ich es verlegt, oder auf Nimmerwiedersehen verliehen habe.

Narben zusammen. Für Augenkrankheiten werden sie vielfach angewendet, gute Dienste leisten sie bei allerlei schlimmen Wunden und Schäden, lindernd, kühlend, heilend u. s. w.

Mehrfach ist die Bereitungsart der Arzneien aus Blei, man stellte Schwefelblei durch Verbrennen von Schwefel und Blei dar, so ziemlich auf die noch heute gebräuchliche Weise, und auch eine Mengung von Schwefelblei und Schwefeleisen scheint man dargestellt zu haben. Ferner zerrieb man Blei in Mörsern von demselben Metalle, oder in steinernen Mörsern mit Wasser, wohl auch mit Wein, mit Fett, mit Rosen.

Eine genaue Kenntniss dieser und anderer Bleipräparate hatte Plinius nicht, und seine Angaben sind durch einander geworfen und bisweilen sich widersprechend, doch geht aus seinen Angaben hervor, dass man allerlei Bleipräparate darstellte, und dass ihr Gebrauch so ziemlich dem gleich, oder wenigstens ähnlich war, den man noch heute von denselben macht.

Ueber die Bleiglätte sagt er folgendes:

Es giebt eine Bleiglätte (Molybdäna), welche wir an einem anderen Orte galena genannt haben (quam alio loco galenam vocavimus)*) und welche ein blei- und silberhaltiges Erz ist. Sie ist desto besser, je mehr sich ihre Farbe der des Goldes nähert, je weniger sie Blei enthält, und ferner wenn sie zerreiblich und mässig schwer ist. Mit Oel gekocht nimmt sie eine Leberfarbe an. Sie hängt sich auch in den Gold- und Silberöfen an, und man nennt sie dann eine metallische. Die beliebteste ist die, welche in Zephyrium (in Sicilien) bereitet wird (quae in Zephyrio fiat). Die erdige und steinige taugt am wenigsten. Sie wird, eben so wie die Schlacken, gebrannt und gewaschen. Man braucht sie zu lindernden Pflastern und bei Wunden, um zu kühlen und zu beruhigen, desgleichen bei zarten Körpertheilen als Salbe. (Emplastrisque, quae non alligantur: sed illita ad cicatricum perducunt etc.).

Nicht uninteressant ist das Recept zu dieser Salbe:

Die Zusammensetzung ist die folgende: man nimmt drei Pfunde (libris) Molybdäna, ein Pfund Wachs und drei Hymina (etwa drei Schoppen) Oel. Soll die Salbe für alte Leute angewendet werden, lässt man die Hülsen der Oliven im Oele.

Das Bleiweiss nennt er**) Psimmythium (Psimmythium, hoc est cerussam). Seine Darstellung giebt er an wie Dioskorides, ebenfalls

---

*) L. XXXIII. Cap. XXXI., die Stelle deren ich oben bereits, beim Silber, erwähnte und wo von Ausschmelzen des Silbers mit Blei die Rede ist: Excoqui non potest, nisi cum plumbo nigro, aut cum vena plumbi. Galenam vocant, quae juxta argenti venas plerumque reperitur. Es ist also klar, dass galena ein Erz ist, während die Bleiglätte ein Präparat ist. Plinius nimmt aber, wie man sieht, auch die oben besprochene Bleiglätte, seine molybdäna, im Anfange des Capitels, für ein Erz, während er sie einige Zeilen weiter unten in Zephyrium verfertigen lässt.

**) Will man billig sein, so darf man dergleichen Verwechslungen oder Anwendung verschiedener Benennungen dem alten Plinius nicht allzu sehr verüben. Noch heut zu Tage wird in einer Stadt, welche zahlreiche technische Werkstätten aufzuweisen hat, von manchen Technikern der Ausdruck Bleiweiss für Graphit gebraucht. Man kennt freilich den Unterschied und weiss wenigstens, dass das Eine weiss, das Andere schwarz ist, aber — man nennt es desshalb doch so, muthmasslich durch den Namen Wasserblei darauf gebracht, wodurch man, freilich auch fälschlich, sehr häufig den Graphit bezeichnet.

durch Essig und fügt bei, dass man die Abfälle durch Glühen auf Mennige (sandaracha) verarbeitet. Als Arzneimittel wirkt es gelinder als die übrigen Bleipräparate, innerlich genommen ist es indessen tödtlich. Es wird als Schminke gebraucht.

Ad candorem feminarum, also zur weissen Schminke, deren, aus Bleiweiss (ψιμμύθιον), verfertigt, schon Xenophon erwähnt. Die Frauen bedienten sich aber auch des mit verschiedenen Stoffen roth gefärbten Bleiweisses als Schminke. Landerer fand in alten griechischen Frauengräbern noch Gefässe mit solcher Schminke.

Man hat den Römern nachgesagt, dass sie, wie es bei uns noch vor etwa dreissig Jahren der Fall war, saueren Weinen Bleizucker (neutrales essigsaures Blei) zugesetzt hätten. Obgleich sie aber bei der Art und Weise ihre cerussa zu bereiten, nothwendig auch Bleizucker erhalten mussten, ist dieses Salzes, welches schon durch seinen süssen Geschmack auffallen muss, nirgends erwähnt, und eben so wenig der oben gedachten Fälschung.

Zink.

Der καδμεία wird bei den Alten fast immer auf eine Art und Weise erwähnt, welche nicht zweifeln lässt, dass »Zink« darunter verstanden ist, wobei wir es dem freundlichen Leser überlassen, sich auf classische Weise und nach Art der Alten entweder ein Zink-Erz, ein Präparat, oder mehr oder weniger reines, metallisches Zink vorzustellen.

Nach der Angabe des Posidonius (sagt Strabo) führt nur das Kupfer Cyperns, καδμεία λίθος, dann χαλκάνθες und Hüttenrauch.

Lenz übersetzt καδμεία mit Galmei, glaubt aber, dass vielleicht auch Aurichalcit gemeint ist. Χαλκάνθες ist Kupfervitriol, und der Hüttenrauch sind flores Zinci, Zinkoxyd.

Einige Begriffsverwirrung, oder ein Widerspruch, liegt bei dieser Angabe des Posidonius dennoch vor.

Versteht er unter χαλκός, Kupfer, ein Kupfererz, so ist das Zinkoxyd, der Hüttenrauch, nicht recht in demselben anzunehmen, heisst χαλκός bereits ausgeschmolzenes Kupfer, so ist es der gleiche Fall mit dem Kupfervitriol.

Indessen darf man wie ich glaube aus der Stelle schliessen, dass in den Kupferwerken von Cypern natürlicher Kupfervitriol und Zinkerze gefunden wurden.

Dioskorides spricht ebenfalls von der καδμεία von Cypern.

Die beste καδμεία kommt aus Cypern. Den Vorzug verdient die dichte, mässig schwere, aussen traubenförmige, graue, innen aschgraue oder grünspanfarbige. Weniger gut ist die, welche auswendig bläulich, im Innern aber weiss, oder schichtenweise wie ein Onyx gefärbt ist. Sie wird zu Augenheilmitteln und Pflastern benützt. Die aus Macedonien, Thracien und Spanien kommende ist unbrauchbar. — Sie erzeugt sich in den Oefen, in welchen Messing geschmolzen wird (ἐκροῦ χαλκοῦ κάμινε ὑομένου), indem sich der Rauch an die Wände und den Ausgang des Ofens hängt. Die Hüttenleute bringen daselbst ein Geflecht von Eisendraht an (also Drahtzüge aus Eisen 60 nach Christo), woran sich diejenigen Dämpfe festhängen, welche sonst in die freie Luft entweichen würden. Ist das Geflechte enge, so verdichtet sich die Kadmeia an demselben.

Dass an dieser Stelle künstliche Zinkpräparate gemeint sind, ist vollständig klar, und καδμεία heisst mithin hier Zinkoxyd. Dann sagt Dioskorides:

Man macht auch Kadmeia, indem man einen bei Soli (auf Cypern) vorkommenden Stein glüht, der Pyrit heisst.

Dies ist wohl eine Verwechslung; πυρίτης hiess bei den Alten Feuerstein überhaupt, besonders aber der Schwefel- oder Eisenkies, welcher noch heute Pyrit genannt wird, aber kein Zink, sondern 46 Eisen und 54 Schwefel enthält. Lenz glaubt, dass Zinkblende oder Kieselzink damit gemeint sei.

Auch die folgende Angabe des Dioskorides ist klar und deutet auf die künstliche Gewinnung von Zinkoxyd:

Der Pompholyx (πομφόλυξ) unterscheidet sich von Spodos (σποδός) nicht wesentlich. Der Spodos ist schwärzlich und von Hälmchen, Härchen und erdigen Theilen verunreinigt, indem er vom Erdboden und den Ofenwänden der Messinghütten (χαλκουργεῖον) zusammen gekratzt ist (verunreinigtes Zinkoxyd). Der Pompholyx dagegen sieht schön und weiss aus und ist so leicht, dass er in der Luft fliegen kann (reines Zinkoxyd). Der rein weisse ist der leichteste. Man erzeugt diesen, wenn man bei der Erzeugung des Messings (ἐν τῇ κατεργασίᾳ καὶ τελειώσει τοῦ καλκοῦ) die aus den Messingöfen abgekrazte Kadmeia in bedeutender Menge zugiebt. (Nochmalige Sublimation).

Uebrigens erzeugt man den Pompholyx nicht blos in Messingöfen, sondern auch geradezu aus der Kadmeia, welche man unter Zublasen von Luft glüht. Man lässt den als Rauch emporsteigenden Pompholyx in eine über dem Ofen angebrachte Kammer steigen, woselbst er sich anfangs wie Wasserschaum, später wie Wolle anhängt. Der schwere, sich an die Wände des Ofens hängende, oder auf den Fussboden der Kammer niederfallende Rauch giebt den Spodos.

Plinius wirft seine Notizen wieder ziemlich kunderbunt durcheinander, man kann aber nach den Angaben des Dioskorides dennoch so ziemlich errathen was er meint, oder wie sich die Sache verhält:

Kupfer wird aus einem kupferhaltigen Steine (lapide aeroso), den man Cadmia nennt, geschieden etc.

Ich habe die Stelle bereits oben angeführt, und dass er Kupfer aus der Cadmia gewinnen lässt, erklärt sich vielleicht so, dass er die Messingbereitung meint. Freilich passt aber das nicht recht mit dem vorstehenden Satze: Vena quo dictum est modo effoditur, ignique perficitur. Ich kanns aber leider nicht ändern. — Andere Stellen muss ich vollständiger anführen, so:

L. XXXIV. Cap. XXII.: Die Kupferbergwerke (Metalla aeris) dienen auf vielerlei Weise in der Heilkunde, denn Geschwüre heilen rasch in denselben (ibi), am heilsamsten aber ist die Kadmia. Ohne Zweifel kommt sie auch, und das zwar weisser und leichter, auch in den Silberöfen vor, aber mit der aus Kupferöfen lässt sie sich nicht vergleichen. Es giebt aber verschiedene Arten. Denn der Stein, aus welchem man Kupfer (aes) macht, heisst Cadmia, und ist beim Gusse (Erzdarstellung) nöthig, zu Heilzwecken aber unbrauchbar.

»Am heilsamsten ist die Cadmia« sagt er, weiter unten aber: »unbrauchbar zu Heilzwecken,« diese letzte Cadmia also ist sicher ein Mineral, vielleicht ein zinkhaltiges zur Messingbereitung, vielleicht aber auch ein Kupfererz ohne Zinkgehalt, da man nicht weiss, ob er unter aes Kupfer oder Messing versteht und überhaupt den Zusatz von Zink zum Kupfer nur für eine Verbesserung des Kupfers, des Erzes hält. Im nun Folgenden aber versteht er zuverlässig unter Cadmia ein Sublimat aus Zinkerzen, Zinkoxyd, mehr oder weniger reine flores zinci. Die Namen dieser verschiedenen Produkte der Sublimation sind muth-

masslich technische Ausdrücke der Hüttenleute seiner Zeit, und desshalb nicht uninteressant. Die Beschreibung derselben stimmt grossentheils gut mit der von Dioskorides gegebenen:

In den Schmelzöfen findet sich aber eine andere Cadmia, welche ihren Namen von ihrem Entstehen hat (aliquamque nominis sui originem recipit — Capnitis, *καπνός*, der Rauch). Sie wird aus den feinsten Theilen der Materie durch das Feuer und das Gebläse ausgetrieben, und hängt sich, je nach ihrer Leichtigkeit, an das Gewölbe oder die Seitenwände der Oefen an. Die feinste setzt sich am Mundloche an, wo die Flamme herausschlägt, sie heisst Capnitis, ist ausgeglüht und ihrer Leichtigkeit wegen der leichtesten Asche (favilla) ähnlich. Die innere von jener, die am Gewölbe herabhängt, ist die beste, man nennt sie Botryitis (die traubenförmige). Sie ist schwerer als die erstere und leichter als die folgende und hat zweierlei Farben, aschgrau und braunroth und diese letzte ist die beste, sie ist leicht zerreiblich und trefflich für Augenarzneien.

Eine dritte Art setzt sich an den Seitenwänden der Oefen an, weil sie wegen ihrer Schwere nicht an das Gewölbe gelangen kann. Sie ist mehr eine Kruste, als ein Bimstein (pumex, Begriff des leichten, schwammartigen) und wird Placitis (kuchen-, krustenförmig) genannt. Im Innern hat sie verschiedene Farben und dient gegen die Krätze und schliesst Wunden. Zwei andere Arten kommen wieder aus dieser. Die Onychitis, welche aussen fast himmelblau ist, im Innern aber gefleckt wie ein Onyx (onychitae maculis similis). Dann die Ostracitis, welche ganz schwarz und unter allen die schmutzigste ist. Für Wunden leistet sie gute Dienste. (Die beiden letzten Präparate — Hüttenprodukte — sind ohne Zweifel kupferhaltig).

Alle Cadmia, welche in Cypern gewonnen wird, ist vortrefflich, die Aerzte sublimiren sie noch einmal (iterumque a medicis coquitur carbone puro), und wenn sie abermals zu Asche geworden ist, wird sie mit ammineischem Weine abgelöscht und zu Pflastern präparirt, die aber, welche man gegen die Krätze gebrauchen will, behandelt man mit Essig. Andere zerstossen und brennen sie in irdenen Töpfen und schlemmen sie nachher.

Es wird hierauf das Verfahren zweier Aerzte, Nimphodorus und Jolla angegeben, welches sie einschlugen, um Arzneien aus Zink zu bereiten, und welches wesentlich von der eben angegebenen nicht verschieden ist, nur nehmen sie, statt der im Ofen entstandenen Cadmia, irgend ein zinkhaltiges Mineral (lapidem ipsum quam gravissimum spississimumque).

Die Cadmia wirkt trocknend, ist für Augenleiden trefflich, kurz sie wirkt eben so wie das Blei.

Es geht aus diesen Angaben sowohl wie aus denen der anderen oben berührten Schriftsteller hervor, dass die Alten wenigstens einige Zinkerze kannten und es verstanden Messing aus denselben darzustellen, ihrer Ansicht nach das Aes zu verbessern. Auch der Ofenrauch des Zinks und das sublimirte Oxyd war ihnen bekannt, eben so dessen heilkräftige Eigenschaften, die noch heute auf ähnliche Weise gewürdigt werden. Im regulinischen Zustande war es ihnen nicht bekannt, kam ihnen aber einmal wirklich ein Regulus unter die Hand, so unterschieden sie denselben nicht von andern metallischen oder metallähnlichen Körpern, wie sie zum Beispiel mit Plumbum nigrum und candidum thaten.

Quecksilber.

Es scheint als habe Theophrast die ersten Andeutungen über das Quecksilber gegeben. Er sagt:

Bisweilen ahmt die Kunst die Natur nach, und bringt Dinge von ganz besonderer Art hervor, einige des Gebrauches, wieder andere blos des Aussehens wegen, andere zu beiden Zwecken, so wie das Quecksilber (χυτὸν ἄργυρον, flüssiges Silber), denn auch dieses wird gebraucht, und man stellt es dar, indem man Zinnober (κιννάβαρι) mit Essig in einem kupfernen Mörser und mit kupferner Keule reibt (wird nicht zum Besten gehen). Es giebt übrigens zwei Arten von Zinnober. Natürlich kömmt er in Spanien und Kolchis vor und ist sehr hart und steinig. Der künstliche wird, aber in geringer Menge aus der Gegend von Ephesus gebracht. Er ist zu feinem Pulver gerieben karmosinroth, und wird durch Waschen in Wasser, um die Unreinigkeiten abzusondern, gereinigt.

Vitruvius spricht ziemlich ausführlich von Quecksilber:

Der Zinnober (minium) soll zuerst in Ephesus gefunden worden sein. Man gräbt Klumpen aus, welche man anthrax nennt, bevor sie durch Behandlung in Zinnober verwandelt sind. Die Erzgänge, in welchen der Zinnober gefunden wird, sind wie die, welche Eisenerz führen, aber röthlicher und haben einen rothen Staub um sich herum. Während der Zinnober gegraben wird, fliessen da, wo die eisernen Werkzeuge einhauen, viele Tropfen von Quecksilber (lacrimae argenti vivi), welche sogleich von den Bergleuten gesammelt werden. Die Zinnoberklumpen werden in einem Ofen gedörrt, und dabei steigt aus ihnen ein Dampf hervor, der sich auf dem Boden des Ofens niedersenkt und sich dort als Quecksilber zeigt. Dann nimmt man die Klumpen heraus, kehrt die Quecksilberkügelchen im Bodensatze zusammen und sie vereinigen sich dann. — Thut man Quecksilber in ein Gefäss und legt einen centnerschweren Stein darauf, so schwimmt er und macht nicht einmal einen Eindruck darauf. Stückchen Gold dagegen sinken unter. Jeder Stoff hat seine eigene natürliche Schwere.

Das Quecksilber ist zu manchen Zwecken unentbehrlich. Ohne seine Hülfe kann man weder Silber noch Kupfer vergolden. Ist ein Kleid mit Gold durchwebt und zum Gebrauche zu alt, so wird das Tuch über einem irdenen Gefässe verbrannt, die Asche in Wasser geworfen und Quecksilber hinzugethan. Dieses zieht die Goldtheilchen in sich und löst sie auf. Hierauf giesst man das Wasser ab, schüttet das goldhaltige Quecksilber in ein Tuch und drückt. Das flüssige Quecksilber geht durch das Tuch, das Gold aber (Goldamalgam) bleibt zurück. —

Um guten Zinnober zu machen, muss man folgendermassen verfahren: Man zerstösst die gedörrten Klumpen in eisernen Mörsern zu Staub, kocht und wäscht diesen so lange, bis alles Unreine entfernt ist und die Farbe hervortritt.

Gegenwärtig bezieht man den Zinnober nicht mehr von Ephesus, sondern aus Spanien und reinigt ihn in Rom.

Der Zinnober wird oft mit Kalk verfälscht, und um diesen Betrug zu entdecken, legt man ihn auf ein Eisenblech und glüht dieses. Ist es wieder erkaltet, so findet sich der Zinnober in seiner natürlichen Farbe, wenn er nämlich rein war, ist er mit Kalk vermischt, so bleibt er schwarz zurück.

Dioskorides bringt theilweise Mennige und Zinnober durch einander:

Ammion (ἄμμιον) wird nur in Spanien aus einem Stein gemacht, welcher mit Silbersand (ἀργυρῖτις ψάμμος) gemischt ist. Während es im Ofen geglüht wird, nimmt es eine schöne feurige Farbe an.

Offenbar bezieht sich das auf Mennige, eine andere Notiz aber, dass nämlich das Ammion in Bergwerken eine giftige Ausdünstung von sich gebe, und dass die Arbeiter sich Blasen vor das Gesicht binden, um die giftige Luft nicht einzuathmen, bezieht sich muthmasslich auf die Quecksilberöfen, obgleich unter Umständen die Bleiwerke eben auch nicht besonders gesund sind. Ferner heisst es:

Das Quecksilber (ὑδράργυρος, von ὕδωρ Wasser und ἄργυρος Silber) wird aus dem eben genannten Ammion gemacht, das man fälschlich auch κιννάβαρι (Zinnober) nennt.

Dies ist abermals unrichtig, wenn Ammion Mennige ist, meint er aber Zinnober, so hat er dem Ausdrucke κιννάβαρι unrecht gethan, da man den Zinnober wirklich so nannte. Die Bereitung des Quecksilbers aus Zinnober aber, die er hierauf anführt, geht eher an:

Man legt auf einen irdenen Topf, in welchem sich der Zinnober (κιννάβαρι) befindet, einen gewölbten eisernen Deckel, streicht ihn mit Lehm fest und erhitzt mit Kohlen. Später schabt man den Russ, welcher sich an den Deckel gehängt hat, ab, und er verwandelt sich in Quecksilber. (Bildung von Schwefeleisen, Freiwerden des Quecksilbers).

Bei manchen Silberschmelzöfen hängt sich auch Quecksilber an die Decke. (Vielleicht wenn sich natürliches Amalgam, Quecksilber 64, Silber 36, oder Quecksilber 72.5, Silber 27.5, bei den Silbererzen befand).

Es soll, sagt Dioskorides weiter, auch an sich (regulinisch) in Bergwerken gefunden werden, was schon, wie wir oben gesehen haben, Vitruvius mit Bestimmtheit angiebt.

Dass er aber die Eigenschaften des Quecksilbers nur wenig kannte, geht aus der Stelle hervor, in welcher er sagt:

Man hebt es in gläsernen, bleiernen, zinnernen oder silbernen Gefässen auf, weil es jeden anderen Stoff verzehrt und ausfliesst.

Kopp stellt in Zweifel, ob diese Angabe wirklich von Dioskorides herrührt und fügt bei, dass Isidorus zu Anfange des 7. Jahrhunderts, welcher Mehreres über das Quecksilber eben so wie Dioskorides mittheilt, bezüglich der Aufbewahrung desselben sagt:

Das Quecksilber (argentum vivum) wird am besten in Gefässen von Glas aufbewahrt, denn alle andern Materien durchdringt es.

Weder Vitruvius noch Dioskorides erwähnen aber irgend eines Quecksilberpräparates zum arzneilichen Gebrauche, noch sprechen sie, mit Ausnahme der schädlichen Dämpfe in den Bergwerken, von irgend einer giftigen Eigenschaft desselben, nur sagt Dioskorides, dass Quecksilber verschluckt durch seine Schwere verderblich werde.

Plinius, welcher ebenfalls von Quecksilber spricht, nennt den Zinnober minium und erzählt Mancherlei von demselben:

In Baetica (spanische Provinz) gräbt man Zinnober.

In den Silbergruben wird auch der Zinnober (minium) gefunden, eine Substanz, welche gegenwärtig von den Malern sehr geschäzt wird, und die, wie Verrius durch glaubwürdige Schriftsteller nachweist, früher bei den Römern nicht blos höchst geschätzt wurde, sondern auch bei heiligen Handlungen angewendet wurde. An heiligen Tagen wurde das Antlitz der Jupiterstatue damit bestrichen, triumphirende Feldherren färbten sich den Leib damit und Camillus triumphirte auf diese Weise. Von diesem religiösen Gebrauche kömmt es wahrscheinlich her, dass man bei Triumphschmausen Zinnober unter die Salben mengt, und dass

die Censoren das mit Zinnober Anstreichen des Jupiter in Pacht geben (??) (et a Censoribus in primis Jovem miniandum locari — an den wenigst Nehmenden muthmasslich). Freilich ist das sehr eigenthümlich, aber noch heute geschieht Aehnliches, und die Häuptlinge äthiopischer Völker bemalen sich und die Bilder ihrer Götter jetzt noch mit dieser Farbe *), und desshalb will ich Alles von derselben anführen.

Theophrast erzählt, dass das Minium neunzig Jahre vorher, ehe Praxibulus zu Athen Archont war (249. Jahr der Stadt Rom), von einem Athenienser, Namens Kallias, erfunden worden sei. Dieser Kallias glaubte anfänglich aus dem rothen Sande, welcher sich in den Silberbergwerken fand, Gold schmelzen zu können, und kam so auf den Zinnober. Er sagt ferner, man habe es schon in jener Zeit in Spanien gefunden, aber hart und sandig. Auch bei Colchis habe man es gefunden, aber auf einem unersteiglichen Felsen, von dem man es mit Schleudern habe herabwerfen müssen. Bei Ephesus fände sich das beste, das zwar oberhalb der Cilbianischen Felder.

Dann folgt die Reinigung des Bergzinnober durch Reiben, Waschen, Schlemmen u. s. s. und hierauf spricht Plinius von der Verwechslung, welche statt gefunden habe zwischen Röthel, den die Griechen Milton nennen, zwischen Zinnober (minium) und ferner mit Cinnabris, welches man fälschlich auch mit minium verwechselt habe, während Cinnabris (das heute noch so genannte: Drachenblut von Dracäna Draco Linné), der Geifer des mit dem Elephanten kämpfenden Drachen sei, der sich mit dem Blute beider Thiere vermische. Das Drachenblut sei die beste Farbe, wenn man Blut malen wolle und zu Arzneien vortrefflich, aber die Aerzte (Hercule!) verwechselten es mit Zinnober, der in hohem Grade giftig sei, blos weil sie sich durch den Namen Cinnabris verleiten liessen. Mit Drachenblut so wohl wie mit Zinnober habe man früher Bilder gemalt, welche Monochromata (also muthmasslich »Roth in Roth« gemalt) genannt würden. Aber die Bereitung dieser Farben wäre zu mühesam, der Preiss zu hoch gewesen, und daher male man jetzt mit Rubica und Sinopis (Eisenoxyd und eisenoxydhaltige Erde).

Weitere Notizen des Plinius sind folgende:

Jaba sagt, das Minium wachse in Karmania, und Timagenes erwähnt, dass es in Aethiopien vorkomme, wir erhalten es aber einzig aus Spanien. Das Beste kömmt aus der Gegend von Sisapo in Bätica, wo ein dem römischen Staate gehöriges Bergwerk ist, welches man auf das sorgfältigste bewacht. Die Erze werden dort nicht verarbeitet, sondern versiegelt nach Rom geschickt, jährlich etwa zehntausend Pfund (ad dena millia fere pondo annua) und in Rom werden sie gereinigt, ein Gesetz bestimmt den Preis, und dieser darf nicht über siebzig Sesterzen steigen.

Es giebt auch noch eine Art von Minium, welches fast in allen Silber- und Bleibergwerken gefunden wird, aber das so durch Glühen gewonnene Minium wird nicht aus den Gesteinen gezogen, aus welchem man Quecksilber (argentum vivum) erhält, es bekömmt im Ofen eine röthliche Farbe und wird hierauf gepulvert. Man nennt es Minium zweiter Güte (secundarium minium), es ist weniger bekannt und weit schlechter als der natürliche Sand, der natürliche Zinnober und

*) Nach Cooks Bericht — 1777 — hatten die Feuerländer denselben Gebrauch, und strichen nicht nur sich selbst, sondern auch werthe Gäste und verehrte Fremdlinge, unerwartet und fast gewaltsam, mit rother Farbe an, um denselben ihre Liebe und Achtung thatsächlich zu beweisen.

selbstverständlich denkt man hier an Mennige, weiter unten aber sagt er:

Aus dem Minium zweiter Güte hat man das Hydrargyrum erfunden, welches die Stelle des Quecksilbers vertritt (ex secundario invenit vita et hydrargyrum in vicem argenti vivi). Es wird auf zweierlei Weise gewonnen, einmal durch Reiben mit Essig in einem Mörser aus Aes, oder durch Sublimation im lutirten eisernen Tiegel. Am Deckel hat sich der Schweiss (sudor) abgesetzt, der die Farbe des Silbers und die Flüssigkeit des Wassers hat. Dieser (hydragyrum) lässt sich ebenfalls leicht in Tropfen vertheilen und fliesst wie eine schlüpfrige Flüssigkeit leicht wieder in einander.

Es ist also das Mineral, aus welchem das Minium secundarium gewonnen wird, ebenfalls ein Quecksilbererz, der durch die Kunst von den Römern bereitete Zinnober aber hatte eine weniger feurige Farbe als der natürlich vorkommende, und an dieser Stelle wenigstens scheint Plinius das gediegen vorkommende Quecksilber argentum vivum, das auf die beschriebene Weise durch Sublimation gewonnene aber Hydrargyrum zu nennen.

Noch muss ich einiger weiterer Angaben des Plinius über Minium gedenken, in welchen er von seinen Eigenschaften und seinem Gebrauche spricht.

Da es bekanntlich ein Gift ist, so scheinen mir alle Arzneien aus Minium gefährlich, höchstens soll man es als blutstillendes Mittel auf den Kopf oder den Unterleib legen, wobei man aber Acht haben muss, dass nichts davon in die inneren Theile oder in die Wunden kömmt.

Aechtes Minium muss einen Scharlachglanz haben, Minium secundarium verliert an den Wänden seinen Glanz, obgleich es ebenfalls ein metallischer Rost ist. (Quanquam hoc rubigo quaedam metalli est). Es wird, um seine Aechtheit zu prüfen, auf Gold geglüht. Das verfälschte wird schwarz, das ächte behält seine Farbe. Hat man kein Gold zur Hand, so kann man es auch auf Eisenblech prüfen.

Das Licht der Sonne und des Monds verdirbt an den Wandgemälden seinen Glanz. Ein Mittel dagegen ist, dass man die gemalten und trocknen Wände mittelst eines Pinsels mit punischem Wachse überzieht, welches in warmem Oel aufgelöst ist, dann wird die Wand mit Kohle von Galläpfeln zum Schwitzen gebracht, nachher noch mit (brennenden) Kerzen behandelt (subigatur) und endlich mit reinen Linnen glänzend gemacht, gerade so wie man mit dem Marmor verfährt.

Arsen und Antimon.

Schon Aristoteles und Theophrast erwähnten das *ἀῤῥενικόν*. Letzterer sagt, dass es staubartig sei, und auch schon früher schienen die Griechen die Schwefelverbindungen des Arsen, unter dem Namen *σανδαράχη*, und *ἀῤῥενικόν* oder *ἀρσενικόν*, gekannt zu haben. Die Nachrichten sind aber spärlich, und auch Vitruv sagt nur kurz:

Das Auripigmentum (gelbe Arsenblende, Auripigment, Rauschgelb: Arsensulfid), welches die Griechen Arsenikon nennen, wird in Pontus gegraben. —

Der Name Auripigment ist für die gelbe Arsenblende noch heute gebräuchlich, und dass Vitruv dieselbe damit meinte, ist wohl kaum zu bezweifeln, obgleich er an einem anderen Orte unter sandaraca offenbar Mennige versteht, wo er sagt, dass geglühtes Bleiweiss sich in sandaraca verwandle.

Dioskorides giebt eine Beschreibung des *ἀρσενικόν*, welche genau auf die gelbe Arsenblende, das Auripigment passt:

Das *ἀρσενικόν* findet sich in demselben Bergwerke mit der *σανδαράχη*. Das beste bildet platte, goldfarbige, schuppige Stücke und enthält keinen fremden Stoff eingeschlossen. Es kommt aus Mysien, dem Pontus und Kappadocien. Man röstet es, indem man es auf eine neue irdene Schale, diese auf glühende Kohlen stellt, die Masse umrührt, bis sie brennt und ein verändertes Aussehen annimmt, worauf man sie erkalten lässt. — Es wird äusserlich als Arznei gebraucht und vertilgt die Haare. —

Was Plinius über das Arsen sagt, ist folgendes, und ich beziehe L. XXXIII Cap. LV und LVI auf Arsen. Sandaracha, auch Realgar, rothe Arsenblende, Arsenicum, auch Auripigment, gelbe Arsenblende, obgleich er Sandaracha an anderen Stellen wieder anders gebraucht. Er sagt:

Die Sandaracha findet man in den Gold- und Silberbergwerken. Je röther sie ist, je giftiger sie riecht (quoque magis virus redolens), je reiner sie ist und je leichter sie sich zerreiben lässt, desto besser ist sie. Sie reinigt, stopft, wärmt und äzt. Mit Essig aufgelegt fördert sie den Haarwuchs (alopecias explet). Man mischt sie auch unter die Augenarzneien. Mit Honig genommen reinigt sie den Schlund, und die Engbrüstigen heilt sie auf eine angenehme Art, wenn sie dieselbe gemischt mit Terpentinharz unter den Speisen nehmen, und schon der Rauch davon, wenn man sie mit Cedernholz verbrennt, heilt die Engbrüstigen.

Denkt man hierbei auch an die Eigenschaft des Arsens, unter Umständen fett zu machen (und die Arsenikesser unserer Zeit bedienen sich zu diesem Zwecke, um leichter zu athmen, sich »lüftig zu machen« wie sie sagen, des Schwefelarsens), so sind unter den von Plinius angegebenen Heilkräften des Arsens doch einige, welche einigermassen zweifelhaft erscheinen. Er sagt indessen im folgenden Cap. LVI:

Das arsenicum besteht aus derselben Materie. Das Schönste hat eine noch bessere Farbe als das Gold selbst, geringer ist das, welches blässer, oder welches der Sandaracha ähnlich ist (röthlich also, nicht goldgelb). Es gibt noch eine dritte Sorte, bei welcher die Goldfarbe mit der der Sandaracha gemischt erscheint (quo miscetur aureus color sandarachae). Die beiden ersten sind schuppig, jene aber troken. Ihre Wirkung ist wie die der vorigen (der Sandaracha, eadem quae supra) nur stärker, daher sie auch zu den Causticis gerechnet wird. Es beizt die Haare weg, heilt Nagelgeschwüre, Condylomata und andere Auswüchse.

Strenggläubige Israeliten, deren Bart kein Scheermesser berühren darf, bedienen sich noch heute des Auripigments, um die Barthaare hinweg zu schaffen, welche trotz dieses Aezmittels dennoch ungestört wieder nachwachsen. Aber auch die übrigen vom arsenicum des Plinius angeführten Eigenschaften stimmen gut mit der gelben Arsenblende, so dass ich, wie oben erwähnt, keinen Anstand nehme, unter seinem arsenicum dasselbe zu verstehen.

Wenigere Nachrichten als über das Arsen, liegen vom Antimon vor. Treffende aber und gut passende. Dioskorides spricht vom *στίμμι*, was Lenz unzweifelhaft richtig mit Grauspiessglanzerz übersetzt. Die Stelle lautet:

Das beste Grauspiessglanzerz (*στίμμι*) ist sehr glänzend, hat nichts Erdiges oder sonst Schmutziges an sich und ist leicht zerbrechlich. Manche nennen es auch Stibi, Platyophthalmon, Larbason, Gynaikeion und Chalkedonion. Es wird äusserlich medicinisch verwendet. — Man

röstet es auch, nachdem man es mit Mehlteich umgeben hat, unter glühenden Kohlen, bis der Teig verkohlt ist, und löscht es dann mit altem Wein. (Spiessglanzwein, Vinum stibiatum, Aqua benedicta Rulandi oder Vinum Antimonii Huxhami findet sich noch heute in unserer Pharmacopoea).

Auch glüht man es auf Kohlen, unter Zublasen von Luft, setzt man aber das Glühen zu lange fort, so verhält es sich wie Blei — (das heisst, es schmilzt).

Auch Plinius erwähnt eines Antimonerzes, das in den Silbergruben vorkommt, es sieht wie ein weisser, glänzender aber undurchsichtiger Schaum aus, und wird Stimmi, stibium, von anderen auch alabastrum und Larbason genannt. Vielleicht ist Zinkenit gemeint, (Antimon 45, Blei 32, Schwefel 23), vielleicht Antimonblüthe. Es giebt zwei Geschlechter von demselben, ein männliches und ein weibliches (Duo ejus genera, mas et femina) und die femina ist zweckmässiger, sie glänzt, lässt sich zerreiben und springt in Strahlen. — Was die zwei Geschlechter bedeuten, ist nicht recht klar, in Betreff der arzneilichen Wirkungen aber, so adstringirt und kühlt es, und wird unter die Augensalbe der Damen (Platyophthalmon) gethan und erweitert die Augen. Die beste Wirkung hat es auf frische Wunden und alten Hundsbiss etc.

Behandelt und präparirt wird es auf mancherlei Art, statt des von Dioskorides angegebenen Ablöschens des geglühten Minerals mit Wein, schreibt Plinius Frauenmilch vor, und man muss beim Glühen nicht zu stark erhitzen, damit das Mineral nicht zu Blei wird, wieder: Damit es nicht schmilzt. —

Im regulinischen, mehr oder weniger reinen Zustande, kannten also die Römer:

Gold, Silber, Eisen, Kupfer, Blei, Zinn, Quecksilber.

Zink hingegen, Arsen und Antimon benützten sie zwar, aber sie kannten diese Metalle nur in ihren Erzen und nicht im regulinischen Zustande.

Was die Reindarstellung der oben angeführten sieben Metalle anlangt, so ist sicher anzunehmen, dass manche Künstler, Metallarbeiter auf empirischem Wege weit in derselben fortgeschritten waren. Aber der Begriff reines Metall fehlte und musste überhaupt so lange, und Jahrhunderte hindurch noch nach der Römerzeit fehlen, bis der Begriff eines einfachen Körpers überhaupt festgestellt war. Man kannte vorher nicht reines Metall in unserem Sinne, sondern blos gutes, für ein oder den anderen Zweck besonders brauchbares Metall.

Zuverlässig benützten aber die Römer auch noch andere Metalle als Erzstufen, ohne sie weiter zu kennen, oder wenigstens von ihnen zu sprechen, so zum Beispiel Kobalt, mit welchem ein Theil der blauen antiken Gläser gefärbt ist.

Die Kupferlegirungen.

Im Verhältniss zu der Wichtigkeit, welche die Alten auf die Kupferlegirungen legen mussten, und wirklich legten, sind die Notizen über deren Bereitung eigentlich höchst spärlich.

Aristoteles sagt:

Das Mossinöcische Erz soll nicht, weil ihm Zinn (κασσίτερον) zugesetzt sei, so hell und glänzend sein, sondern weil eine dort (am schwarzen Meere) vorkommende Erdart damit zusammengeschmolzen werde.

Es handelt sich also hier wieder um Messing, denn die zugesetzte Erde war ohne Zweifel ein Zinkerz. Hier wird freilich des Zinnzusatzes gedacht, kaum aber, oder nur selten und zweifelhaft, später, in den mir zugänglichen Angaben wenigstens. In den römischen Kupferlegirungen findet sich indessen häufig Zinn, und das, wie wir unten sehen werden, in Mengen, die auf einen absichtlichen Zusatz desselben schliessen lassen. Zu Plinius Zeiten aber war für Waffen, und wohl eben so für fast alle Werkzeuge, so wie gegenwärtig, bereits das Eisen in Gebrauch und für feinere Schmucksachen, der Reichen wenigstens, Gold und Silber und die Kupferlegirungen wurden daher vorzugsweise nur zu Statuen und zu Luxus-Gefässen verwendet, bei welchen man, wie es scheint, die goldgelbe Farbe des Messings am meisten schätzte, und sich vorzugsweise mit der »Cadmia« beschäftigte.

Ich komme später hierauf zurück und führe jetzt die wenigen Angaben des Plinius an, welche mir vorliegen, und auf Bronze oder Kupferlegirungen Bezug haben. Der älteren Zeit habe ich bereits erwähnt und gesagt, dass der Gebrauch von Bronze, oder einer Kupferlegirung überhaupt, zu Homers Zeit, bei den Griechen wenigstens zweifelhaft war, und dass man sich wohl vorzugsweise oder ausschliesslich des Kupfers bediente.

Cato sagt:

Um griechischen Wein zu bereiten, siedet man Most in einem ehernen oder bleiernen Gefässe (vas aheneum aut plumbeum), lässt ihn kühl werden, schüttet ihn in ein anderes Gefäss und Wasser hinzu, in welchem Salz aufgelöst wird.

Strabo spricht von einem muthmasslich granitischem Gesteine aus den Steinbrüchen bei Ferentum (oder Forentum in Apulien, nach Livius eine feste, wohl hoch gelegene, nach Horatius in einer fruchtbaren Ebene gelegene Stadt) aus welchem die Erzgiesser (faber ferrarius) Formen machen, welche ihnen beim Giessen des Erzes (aeris flatura, Bronze?) treffliche Dienste leisten.

Vitruvius erzählt, dass die Inder die »Derden« ein grosses Volk in den östlichen Gebirgen Indiens Gefässe aus χαλκός führten, welche gegossen und nicht geschmiedet (ἔλατος) wären, und zerbrächen, wenn sie zu Boden fielen. — Hier mag χαλκός wohl auf eine spröde Legirung und nicht auf Kupfer zu beziehen sein.

Bei Dioskorides endlich ist eine kurze Stelle, in welcher wohl ohne Zweifel abermals unter χαλκός eine Kupferlegirung verstanden ist. Er spricht von dem bereits oben erwähnten Präparate, den Schuppen (λεπίς) und sagt, dass die von schlechtem, oder weissem χαλκός nichts taugten.

Ziemlich ausführlich spricht sich Plinius über die Bronze aus, denn wir wollen in Gottesnamen jetzt aes mit Bronze übersetzen. Aber freilich darf ich seine Notizen hier nur im Auszuge geben, da sie besonders in Bezug auf Kunst für unsere Zwecke allzu umfassend sind:

Die Kunst in Thon zu formen ist älter, als die Kunst in Erz zu giessen und Lysistratus, ein Syconier, war der erste, welcher Gypsformen von Lebenden nahm (Hominis autem imaginem gypso e facie ipsa primus omnium impressit) und sie dann in Wachs nachgoss, und auch Statuen formte er auf gleiche Weise nach.

Nachdem man, wie es aus den Angaben des Plinius hervorzugehen scheint, zuerst in Thon formte und sowohl Statuen als auch halb erhabene Arbeiten zur Verzierung von Gebäuden fertigte, begann man in Stein zu arbeiten, und er sagt, dass die ersten, in dieser Kunst berühm-

ten, die Kretenser Dipöus und Scillis gewesen seien. Die Bildhauerkunst aber sei wieder viel älter als die Malerei und die Erzgiesserei (artem statuariam). Beide betrieb Phidias zuerst, und eine treffliche Venus in Rom soll von seiner Hand sein.

Später goss man in Metall und wie es den Anschein hat zuerst in edlen Metallen, aber die Stelle L. XXXIII. Cap. XXIV ist nicht recht klar (Aurea statua prima omnium nulla inanitate, et antequam ex aere aliqua illo modo fieret, quam vocant holosphyraton), holosphyraton bezeichnet aber »ganz gehämmert« getrieben (?) Es wäre also eine massive, goldene Goldstatue eher gegossen, als eine eherne mit dem Hammer bearbeitet worden wäre und es scheint allerdings glaublich, dass man eher massiv goss als mit Kern, und ehe man auf getriebene Arbeit kam.

Die erste in Rom gegossene (in aere factum) Statue war eine Ceres, dann machte man andere Götterbilder und bald darauf auch solche von Menschen. Aber lange schon wurde in Italien die ars statuaria betrieben (L. XXXIV. Cap. XVI) und Plinius erwähnt jetzt mehrere Statuen, welche offenbar aus Bronze (aes) gefertigt waren. Ein Herkules auf dem Ochsenmarkte, der der Triumphalische heisst, weil er an Tagen des Triumphes mit Triumphkleidern bekleidet wird. Ein von König Numa aufgestellter Janus mit zwei Gesichtern, verehrt als Friedens- und Kriegsgott. Seine Finger sind so gebildet, dass sie die Zahl der Jahrestage dreihundert und fünf und fünfzig (nicht 365) vorstellen, wodurch dieser Gott anzeigt, dass er die Zeiten und das Alter beherrscht. Tuscanische (?) Bildsäulen, wahrscheinlich früher in Etrurien verfertigt, finden sich allenthalben zerstreut, und in Volsini befanden sich allein zweitausend Statuen, woraus hervorgeht, dass man zu jener Zeit schon nicht allein Götterbilder aufstellte, sondern auch Menschen darstellende Statuen.

Trotz dem aber, dass man schon so lange in Italien Bronzestatuen kannte und verfertigte, waren doch die Bilder der Götter in den Tempeln, bis zur Bezwingung von Asien, meistentheils von Holz oder von Thon.

Nachdem wir also im Vorhergehenden einen Blick auf das Alter der Erzgiesserkunst geworfen haben, wollen wir die verschiedenen Bronzearten betrachten, deren Erwähnung geschieht, so viel als möglich ihre Zusammensetzung, und endlich auch flüchtig manchfacher anderer Gegenstände gedenken, welche man aus Bronze verfertigte.

Ueber das Corinthische Erz, welches im Alterthume eine bedeutende Rolle spielte, liegen Angaben sehr verschiedener Art vor.

Plinius sagt:

Schmilzt man Gold und Silber zusammen, so entsteht das Electrum, und setzt man Kupfer hinzu, so entsteht das Corinthische Erz (— argentum auro confundere, ut electra fiant: addere his aera ut Chorinthia).

Die Corinthische Bronze wird dem Silber, ja fast dem Golde vorgezogen, heisst es an einer anderen Stelle, ferner:

Unter den alten gepriesenen Erzen ist das Corinthische das berühmteste. Der Zufall brachte es zuwege, als Corinth erobert und niedergebrannt wurde (hoc casus miscuit, Chorintho cum caperetur, incensa).

Ganz Aehnliches sagt auch Florus, L. II. Cap. XVI:

Das in der ganzen Welt berühmte »Corinthische Erz ist, wie wir erfahren, ein Ueberbleibsel des Brands (incendio superfuisse comperimur) und ferner:

Während des Brands schmolzen Statuen von Bronze, Gold und Silber durcheinander.

Es scheint also, dass einestheils die Corinthische Bronze vorzugs-

weise ihren Werth desshalb erhalten hat, weil man einen nicht unbedeutenden Gehalt an edlen Metallen in derselben vermuthete, wenn gleich, wie wir weiter unten sehen werden, auch die Kunst in Betracht kam.

Plinius sagt ferner:

Von dieser Bronze hat man drei Sorten. Die weisse, die fast den Glanz des Silbers hat, und in welcher das Silber vorherrscht, dann eine, in welcher die gelbe Farbe des Goldes überwiegend ist, und endlich eine Dritte, in der alle Metalle gleich vertreten scheinen.

Dann hat man noch eine Bronze, deren eigentliche Beschaffenheit sich nicht angeben lässt, denn wenn sie gleich durch Menschenhände gemacht worden ist, so hat sie doch das Glück gemischt und sie verdankt ihren Werth ihrer Farbe, welche der Leberfarbe nahe kommt, wesshalb man sie auch Hepatizon nennt. Man schätzt sie weit weniger als die Corinthische, aber vor der Aeginetischen und Delischen hat sie noch viele Vorzüge.

Wir kommen sogleich auf diese beiden Bronzearten zurück, sehen aber vorher noch, was Plinius weiter in Bezug auf die Corinthische sagt:

Viele waren unendlich für dieselbe eingenommen, und es scheint als sei Verres, welchen Cicero verdammte (?) (damnaverat), mit demselben von Antonius verwiesen worden, weil er diesem seine Chorinthische Bronze nicht lassen wollte. Es scheint mir aber, dass die Meisten nur so thun, als ob sie viel von dieser Bronze verstünden, um klüger zu scheinen als Andere, obgleich sie nicht mehr verstehen als diese auch.

Solche unangenehme Sachen sagen Subjekte, welche nicht sammlen, noch heute Sammlern und Kunstliebhabern nach, hören wir aber, was Plinius weiter sagt:

Mit wenigen Worten werde ich das beweisen: Corinth wurde im dritten Jahre der hundert und sechs und fünfzigsten Olympiade im Jahre der Stadt 608 erobert. Aber schon Jahrhunderte vorher waren die berühmten Künstler nicht mehr da, welchen man heute die Statuen zuschreibt, welche man für Corinthische ausgiebt.

Nur die Gefässe sind wirklich von Corinthischer Bronze, welche unsere Vornehmen bald zu Tafelgeräthe, bald zu Leuchtern, bald wieder zu Nachttöpfen umarbeiten liessen und auf Reinlichkeit dabei wenig Rücksicht nahmen. —

Es geht hieraus hervor, dass man auf doppelte Weise das Corinthische Erz schätzte. Einmal als Statue, herrührend von berühmten Künstlern aus Corinth, welche man freilich entweder vor der Zerstörung jener Stadt erhalten haben müsste, oder die eben vom Feuer verschont geblieben wären, zweitens aber seine Bestandtheile oder wohl auch der Mode wegen.

Bezüglich der beiden anderen, schon oben erwähnten Bronzearten giebt Plinius folgende Notizen:

In ganz alten Zeiten war die Delische Bronze die berühmteste, die Messe zu Delos wurde aus allen Theilen der Welt besucht, und in den dortigen trefflichen Werkstätten verfertigte man die Füsse und Gestelle der Triclinen, (vielleicht Tafelaufsatz, eher aber wohl noch die niederen Bänke in den Speisesälen der Römer); durch diese Triclinen aber wurde die Delische Bronze zuerst berühmt. Später aber verfertigte man dort auch Statuen von Göttern und Menschen und machte auch Bilder von Thieren. Eine Jupiterstatue des Jupiter tonans aus Delischer Bronze steht auf dem Capitol.

Nach diesen war die beliebteste Bronze die Aeginetische (von der heutigen Insel Engia). Zwar hat die Insel selbst kein Erz, aber ihre

Werkstätten machen sie berühmt. Der eherne Ochse auf dem Ochsenmarkte zu Rom ist von dort hergebracht worden.

In Delischer Bronze arbeitete vorzugsweise Myron (gebürtig aus Eleuthera in Böotien). Der Aeginetischen bediente sich Polycletus (aus Sicyon. Er und Myron waren Schüler des Agelados aus Argos) und beide Künstler waren gleich geschickt.

Das was Plinius über die Zusammensetzung der Bronze sagt, zeigt wieder klar die Begriffe, welche man zu seiner Zeit von Kupfer und Bronze hatte.

Er spricht, L. XXXIV. Cap. I. und II. von den Kupferbergwerken (aeris metalla) und giebt, wie oben bereits angeführt, einige der vorzüglichsten, natürlichen Kupfersorten (Ex hactenus nobilitas in aere naturalis se habet). Dann aber sagt er: Reliqua genera artificio constant.

Natürliches Kupfer also und durch die Kunst verbessertes. Von diesem letzten berichtet er an zwei verschiedenen Stellen L. XXXIV. Cap. III. und Cap. XX. Folgendes:

Ehedem schmolz man das Kupfer mit Gold und Silber zusammen, und doch schätzte man jenesmal die Kunst noch höher (als den Metallwerth). Heut zu Tage aber weiss man nicht, ob die Arbeit oder der Stoff schlechter ist. Merkwürdiger Weise steigen aber die Arbeits-Preise, während die Kunst sinkt. Man betreibt jetzt die Kunst aus Gewinnsucht, während man sich früher des Ruhmes halber auf dieselbe verlegte. — Die Art und Weise eine kostbare Bronze zu giessen wird so wenig mehr beachtet (exolevit), dass nicht einmal ein glücklicher Zufall mehr die frühere Kunst ersetzt.

Nun komme ich wieder auf die Verschiedenheit und die Mischung der Erze. In Cypern wird das Kronenerz (aes coronarium) zu dünnen Blechen geschlagen, mit Ochsengalle gefärbt und vertritt bei den Kränzen der Schauspieler die Stelle des Golds. Versetzt man eine Unze mit sechs Scrupel Gold, so bekommen die dünnen Flitter einen feurigen Glanz.

Die gleich hierauf folgende Stelle handelt zwar anfänglich nicht von einer Kupferlegirung, allein sie ist interessant wegen der Ausdrücke aes regulare und caldarium:

Reguläres Kupfer (aes regulare) wird auch in anderen Bergwerken (als auf Cypern) gefunden, und eben so das (aes) caldarium. —

Man könnte, da caldarium, was gegossen oder ausgeschmolzen ist bedeutet, vielleicht annehmen, dass Plinius unter »regulare« natürlich gediegenes Kupfer verstanden habe, gleich unten giebt er aber selbst die Erklärung, was er mit dem Ausdrucke meint, indem er sagt:

Beide unterscheiden sich so: das caldarium wird nur geschmolzen und ist unter dem Hammer brüchig, das regulare aber ist hämmerbar, weshalb es einige auch dehnbar (ductile) nennen, und so beschaffen ist alles Cyprische.

Auf andern Bergwerken unterscheidet sich das reguläre und caldarium durch die Behandlung (cura distat). Alles Kupfer (aes) nämlich, welches durch das Feuer, und durch Umschmelzen von seinen Unreinigkeiten (vitiis) sorgfältig gereinigt ist, ist das regulare. Unter den andern Kupferarten hat das Campanische den Vorzug. Aehnliches wird auch in Italien und den Provinzen gefunden, des Holzmangels wegen wird es aber mit acht Theilen Blei zusammen geschmolzen. Welche grosse Unterschiede aber durch die Art des Schmelzens hervorgebracht werden, kann man in Gallien sehen. Man schmilzt dort das Kupfer zwischen glühenden Steinen, erhält aber wenn die Gluth zu stark ist (exurente enim coctura) ein schwarzes und brüchiges Kupfer. Uebrigens schmelzen sie

es dort nur einmal, aber je öfter man es schmilzt, je besser wird es. Vorzugsweise muss aber festgehalten werden, dass beim Schmelzen jedes Erzes allzugrosse Hitze zu vermeiden ist.

Um Tafeln oder Statuen zu giessen, verfährt man aber folgendermassen: Die Masse wird zuerst in Fluss gebracht, und hierauf setzt man ein Drittel schon gebrauchtes und zusammen gekauftes Erz hinzu *), welches treffliche Dienste leistet. Man mischt auf zwölf und einen halben Gewichtstheil für hundert, Silberblei (plumbum argentarium, gleiche Theile Zinn und Blei) hinzu. Formalis temperatura nennt man jene Mischung, welche die feinste Bronze giebt, weil der zehnte Theil Blei (plumbum nigrum) und zwanzig Theile Silberblei dazu genommen wird. Es nimmt so meistens die Farbe an, welche man Gräcanicum zu nennen pflegt.

In der neuesten Zeit hat man eine Bronze-Mischung, welche man ollaria heisst, und sie hat von dem Gefässe (olla, Topf) ihren Namen. Man nimmt hiezu auf hundert Pfunde Kupfer drei oder vier Pfunde Silberblei. Versetzt man Cyprisches Kupfer mit Blei, so erhält man eine Bronze, welche die Purpurfarbe der Togasäume zeigt.

Was die Arbeiten betrifft, welche aus den Werkstätten der Künstler und Bronzegiesser hervorgingen, so waren, trotz Plinius Klage über schlechte Bronze, deren doch mancherlei und vielfache.

Er spricht von Leuchtern, welche theilweise zu unmässig hohen Preisen gekauft wurden, von den bereits oben erwähnten Triklinen, von Abacen (von Stühlen), von Monopodien (eine Art Gueridon) und von Cortinen einem Dinge, was tausenderlei bedeuten kann, selbst eine Stadt auf Creta, mit welchem aber hier wohl Dreifüsse gemeint sind, welche man auch Delphicos nannte, weil sie häufig dem Delphischen Apollo verehrt wurden. Man hatte ferner Kronleuchter, deren Arme Baumäste vorstellten, und tausend andere Dinge.

Neben Statuen und Büsten aber scheinen zu jener Zeit vorzugsweise grössere Hausgeräthe und Aehnliches aus Bronze im Gebrauche gewesen zu sein, selbst Thüren und Schwellen. Das freilich wohl nur bei den Reichen, welche, wie es scheint, zu Schmuck und Tafelgeschirr sich vorzugsweise nur des Goldes und Silbers bedienten, wenn nicht viel-

---

*) Dieser ohne Zweifel, in technischer Beziehung ausserordentlich zweckmässige, Gebrauch, welchen zuverlässig, vor und nach Plinius und bis auf den heutigen Tag, alle in Erz giessenden Völker einhielten, beschränkt aber eben so ausserordentlich die Schlüsse, welche in archäologischer Beziehung auch aus den sorgfältigsten chemischen Analysen zu ziehen sind. Denn da man wohl annehmen kann, dass zu allen Völkern, bei welchen Bronze in Gebrauch war, auch fremde eingeführt wurde, wenn vielleicht auch nicht in dem Maase, wie man bisweilen annimmt, so ist es klar, dass ein in der Bronze gefundener Bestandtheil, sogenannter Nebenbestandtheil, in vielen Fällen wenigstens nicht massgebend sein kann für die Entscheidung der Frage, in welchem Lande der betreffende Gegenstand gefertigt wurde, und eben so für die, welche Erze in diesem Lande gefördert und verarbeitet wurden. Ich sage nicht, dass gar keine Schlüsse zu ziehen sein werden. Stetes, selbst häufiges Vorkommen eines und desselben Körpers berechtigt wohl zu gewissen Annahmen. Eben so mögen Waffen und Werkzeuge, bei welchen man Härte und ähnliche Eigenschaften bedurfte, hieher zu rechnen sein. Bei Statuen, bei Schmuck und bei Geräthschaften aber ist Vorsicht anzuempfehlen — wenigstens bis zu der Zeit, in welcher genau entwickelt worden ist, welche Handelswege die Herrn Phönizier, die Engländer der Vergangenheit einschlugen, wie viel sie Hafenzoll und Chausségeld bezahlten und in welchen Gasthöfen sie zu übernachten pflegten.

leicht eines oder des anderen Gefässes aus Bronze, welches besonderen künstlerischen Werth hatte, oder dessen Farbe und Mischung eben beliebt oder in Mode war, wie zum Beispiele die Corinthische Bronze.

Unvermögende hatten sehr wahrscheinlich wohl Schmuckgegenstände aus Bronze, welche die edlen Metalle ersetzen sollte, gerade so wie wir noch heute eine sich noch täglich mehrende Menge von Legirungen haben, von denen manche, eine Zeitlang wenigstens, höchst täuschend sind.

Ob aber die Fibulen und andern Schmuckgegenstände, welche bis auf uns gekommen sind, aus Plinius Zeiten stammen oder einer früheren angehören, vermag ich nicht zu bestimmen.

Von Statuen scheint man eine unendliche Menge besessen zu haben, so wohl in Rom als auch in Griechenland und andern kultivirten Ländern, aber freilich wanderte aus diesen eine bedeutende Menge nach Italien.

Der zweitausend Statuen in Volsini habe ich bereits erwähnt, aber auch an andern Orten waren sie nicht weniger zahlreich.

Als Marcus Severus Aedil war, standen auf dem nur eine Zeit lang bestehenden Theater (Temporario) nicht weniger als dreitausend Statuen (tria millia signorum). Nach der Eroberung von Achaja durch Mummius füllte derselbe Rom mit Statuen an. Zu Rhodus waren zu Plinius Zeiten deren noch dreitausend, und nicht weniger sollen zu Athen, Olympia und Delphi gewesen sein. Lysippus, einer der berühmtesten Künstler, verfertigte (dicitur) deren fünfzehnhundert und sein Erbe controlirte und zählte sie auf angenehme Art. Der Seelige hatte nämlich die Gewohnheit von dem Honorare, welches er für eine Statue erhielt, einen Golddenar in einen Kasten zu legen, und als der Erbe diesen öffnete, fand er deren fünfzehnhundert.

Die Grösse dieser in Tempeln oder an öffentlichen Orten aufgestellten Statuen war meist wohl die natürliche, oder überschritt dieselbe doch nicht sehr bedeutend, und man hatte deren nackte, bekleidete und Reiterstatuen. Auch Thiere fehlten nicht, und manche von diesen waren durch ihre Vortrefflichkeit berühmt, so ein Hund, der seine Wunden leckte, und den man seiner Kostbarkeit wegen in der Zelle der Juno (in cella Junonis) aufbewahrte, und für welche der Wächter mit seinem Kopfe haften musste. Er wurde bei dem Brande des Capitols zerstört, welcher in Folge eines Aufruhrs entstand, als Vespasianus den Vitellius vom Throne stürzte.

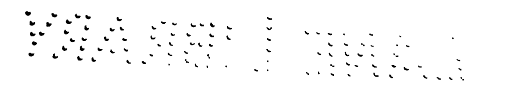
Dass man eine grosse Menge kleinerer Statuen verfertigte, zeigt die nicht unbedeutende Anzahl von Statuen, welche man noch heute in unseren Museen aufbewahrt, die dem Schmelztiegel und der Zerstörungswuth entgangen sind, und welche man in früheren Zeiten theilweise dermassen schätzte, dass ihre Besitzer sie stets mit sich herum trugen, ja selbst in Schlachten mit sich nahmen.

Bewundert man an diesen Statuen die Kunstfertigkeit der Alten, so muss uns auf der andern Seite ihre gewaltige Technik in Erstaunen setzen, vermöge welcher sie ihre Colosse zu Stande bringen konnten.

Werfen wir, ehe wir diesen Abschnitt schliessen, einen Blick auf diese riesigen Denkmale der Vorzeit, welche freilich zerstört sind, von denen aber glaubwürdige Nachrichten vorliegen.

M. Lucullus brachte die Statue eines Apollo aus der Stadt Apollonia, dieselbe war dreissig Cubitus hoch (etwa 45′) und kostete über fünfhundert Talente (etwa 350,000 Thaler), diese Statue stand zu Plinius Zeiten auf dem Capitol.

Eben so stand zu jener Zeit ein kolossaler Jupiter auf dem Mars-



felde. Der Kaiser Claudius liess ihn aufstellen und man nannte ihn den Pompejanischen, weil er nahe bei dem Theater des Pompejus stand.

Wie es scheint, war dieser Jupiter, so wie der vorher erwähnte Apollo, von auswärts nach Rom gebracht worden, indessen verfertigte man auch in Italien Colosse, so die folgenden:

In der im Tempel des Augustus befindlichen Bibliothek stand der tuscanische Apollo, der fünfzig Fuss (quinquaginta pedum) hoch war, und an welchem Bronze und Arbeit gleich zu loben.

Sp. Carvilius verfertigte aus den Rüstungen der besiegten Samniter einen Jupiter, welcher (ebenfalls noch zu Plinius Zeiten) im Capitol stand, und der so gross war, dass man ihn von der Statue des latiarischen Jupiter aus, auf dem albanischen Berge sehen konnte. Aus den abgefallenen Feilspänen (limae) machte er sein eigenes Bild, welches zu den Füssen des Colosses steht.

Aber auch noch zur Zeit des Plinius (aetate nostra) selbst machte man riesige Colosse, und Zenodorus that sich hierin besonders hervor.

In Gallien fertigte er den Avernern innerhalb zehn Jahren einen Merkur, der vierzig Millionen Sesterzen kostete, etwa 1,250,000 Thaler, und in Rom machte er eine Statue des Nero, welche hundert und zehn Fuss hoch war, nach dem Tode Neros aber der Sonne gewidmet wurde. Plinius belobt die Präcision des Modelles und sagt, dass nicht allein am Thon, sondern auch am Reissiggeflechte, welches den Thon umgab, die Aehnlichkeit wahrzunehmen gewesen sei. Die Bronze aber (fundendi aeris scientia) tadelt er und sagt, dass trotz der grossen Geschicklichkeit des Zenodorus dieselbe doch nicht zum Besten ausgefallen sei.

Andere auswärtige Colosse liessen die Römer stehen, muthmasslich weil sie ihnen zu schwer waren, und von dem folgenden gesteht das Plinius selbst ein.

Es war das ein 60 Fuss hoher, zu Tarent von Lysippus verfertigter Jupiter, welchen Fabius Verrucosus wegen seiner Grösse und schweren Beweglichkeit an Ort und Stelle liess (non attigit).

Ein Schüler des Lysippus, Chares, ein Lindier, übertraf seinen Meister noch und der berühmte 70 Cubitus (105′) hohe Coloss von Rhodus war sein Werk. Dieser Coloss war der Sonne geweiht, stand aber nur sechs und fünfzig Jahre und stürzte dann in Folge eines Erdbebens um. Er soll dreihundert Talente gekostet haben, und Chares arbeitete zwölf Jahre an demselben. Zu Plinius Zeiten lag diese riesige Statue noch auf der Erde und lag so fast neunhundert Jahre, bis sie der arabische Feldherr Moawijah nach der Eroberung von Rhodus im Jahre 672 n. Chr. an einen jüdischen Kaufmann verkaufte, der sie, wie man sagt, durch neunhundert Kameele hinweg schaffen liess.

Im Uebrigen scheint die Schwärmerei für Colosse auf Rhodus ein wenig stark gewesen zu sein. Auf der nicht ganz zwei und zwanzig Quadratmeilen grossen Insel befanden sich noch hundert andere Colosse, von denen, wie Plinius sagt, ein einziger schon einen andern Ort berühmt gemacht haben würde, und noch überdem fünf von Briaxis verfertigte colossale Götterbilder.

Ausführliche Nachrichten von den berühmtesten Künstlern, welche in Bronze arbeiteten, so wie Angaben ihrer vorzüglichsten Werke, hat Plinius ebenfalls geliefert. Zu weit ab von unseren Zwecken aber lägen selbst Auszüge dieser Angaben, und ich gehe daher jetzt zu den vorliegenden Analysen von römischen Bronzen über.

Römische Münzen

Nr.	Zeit der Prägung.	Bemerkungen.
1	Republik.	Schnitt: hellgelb. Bruch: graugelb. feinkörnig. zähe. Gewicht: 32.35 Grm.
2	Republik. Diese fünf Münzen wurden mir als Bruch-	S. hellgelb. B. graugelb. feinkörnig. Gewicht 33.00 Grm.
3	Republik. theile des As bezeichnet. (?)	S. hellgelb. B. graugelb. ziemlich feinkörnig. Gew. 32.70 G.
4	Republik.	S. hellgelb. B. grauroth. brüchig. Gew. 22.35 G.
5	Republik.	S. u. B. hellgelb. feinkörnig, zäh. Gew. 6.10 G.
6	Republik. 200 bis 100 vor Christus.	S. hellgelb. B. grau. höchst brüchig. Gew. 4.10 G.
7	Republik. Desgleichen.	S. röthlich. B. grauroth. brüchig. Gew. 5.56 G.
8	Republik. Desgleichen.	S. hellgelb. B. grauroth. ziemlich brüchig. Gew. 6.00 G.
9	Republik. 200 bis 100 vor Christus. Gleichzeitige, falsche (?) Münze.	Die Münze ist mit einem dünnen, fast reinen Silberbleche überzogen (aufgepresst), welches sich leicht ablösen lässt. S. u. B. der von Silber befreiten M. kupferroth. Gew. 2.60 G.
10	Republik. As. 500 J. v. Chr.	Absolut. Gew. 4150 Grains. Sp. Gew. 8.59
11	Republik. As. Semis. 500 J. v. Chr.	Abs. Gew. 1997 Grains Sp. Gew. 8.64
12	Republik. As. Quadrans. 500 J. v. Chr.	Abs. Gew. 970 Grains. Sp. Gew. 8.58
13	Pompejus. 53 J. v. Chr.	Abs. Gew. 309 Grains. Sp. Gew. 8.70
14	Familie der Atilier. 45 J. v. Chr.	Abs. Gew. 466 Grains. Sp. Gew. 9.02
15	Julius (Cäsar) und Augustus. 42 J. v. Chr.	Abs. Gew. 342 Grains. Sp. Gew. 8.64
16	Augustus und Agrippa. 30 J. v. Chr.	Abs. Gew. 238 Grains. Sp. Gew. 8.65
17	Familie der Cassier. 20 J. v. Chr.	Abs. Gew. 365 Grains. Sp. Gew. 8.52

Römische

Nr.	Zeit der Prägung.	Bemerkungen.
18	Augustus. 30 vor, bis 14 nach Chr.	S. u. B. hellgelb. feinkörnig. fest. Gew. 23.70 G.
19	Derselbe.	S. hellgelb. B. blättrig, aus Lamellen bestehend, brüchig. Gew. 23.40 G.
20	Derselbe.	S. u. B. hellgelb, ziemlich fest. feinkörnig. Gew. 10.22 G.
21	Tiberius. 14 bis 37 nach Chr.	S. u. B. kupferroth, sehr zähe u. fest. Gew. 5.59 G.
22	Derselbe.	S. und B. kupferroth, ziemlich fest. Gew. 6.00 G.
23	Caligula. 37 bis 41 nach Chr.	S. und B. röthlich, ziemlich fest. Gew. 9.44 G.
24	Derselbe.	S. u. B. röthlich, fest. Gew. 8.70 G.
25	Claudius. 41 bis 54 nach Chr.	S. u. B. röthlich, fest und zähe. Gew. 9.44 G.
26	Derselbe.	S. u. B. kupferroth, sehr zähe. Gew. 2.20 G.
27	Derselbe.	S. u. B. goldgelb, ziemlich fest. Gew. 24.90 G.
28	Nero. 54 bis 68 nach Chr.	S. u. B. kupferroth, sehr zähe. Gew. 21.44 G.
29	Derselbe.	S. u. B. kupferroth, sehr zähe. Gew. 10.83 G.
30	Vespasianus. 60 bis 79 nach Chr.	S. hochgelb. B. kupferroth, aus Lamellen bestehend, und deshalb leicht zu brechen. Gew. 20.50 G.
31	Derselbe.	S. und B. kupferroth, zähe. Gew. 10.33 G.
32	Domitian. 81 bis 96 n. Chr.	S. u. B. hellgelb, ziemlich fest, Gew. 10.20 G.
33	Derselbe.	S. u. B. kupferroth, zähe. Gew. 10.38 G.

vor Christus.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Antimon	Arsen	Nickel	Kobalt	Schwefel	Analytiker
87.70	7.02	—	4.06	—	1.02	Spur	—	0.20	—	—	Bibra.
84.64	8.00	—	6.33	—	0.73	Spur	—	0.30	—	Spur	Bibra.
82.79	7.33	—	9.10	—	0.53	—	—	0.25	—	—	Bibra.
83.87	5.35	1.30	9.28	—	0.10	—	—	0.10	—	—	Bibra.
86.69	12.90	—	Spur	—	Spur	Spur	—	0.41	Spur	—	Bibra.
84.68	5.57	—	8.81	—	0.94	—	—	Spur	—	—	Bibra.
82.01	5.55	2.00	10.23	—	Spur	Spur	—	0.21	Spur	Spur	Bibra.
81.23	8.02	—	18.22	—	0.30	Spur	Spur	0.25	—	—	Bibra.
99.05	0.40	—	0.52	—	0.03	Spur	—	Spur	—	—	Bibra.
69.69	7.16	—	21.82	—	0.47	—	—	Spur	0.57	Spur	Philips.
62.04	7.66	—	29.32	—	0.18	—	—	0.19	0.23	Spur	Philips.
72.22	7.17	—	19.56	—	0.40	—	—	0.20	0.28	Spur	Philips.
74.17	8.47	—	16.15	—	0.28	—	—	—	—	—	Philips.
68.69	4.86	—	25.43	—	0.11	—	—	—	—	—	Philips.
79.13	8.00	—	12.80	—	Spur	—	—	—	—	Spur	Philips.
78.45	12.96	—	8.62	—	Spur	—	—	—	—	Spur	Philips.
82.26	—	17.31	—	—	0.35	—	—	—	—	Spur	Philips.

Kaisermünzen.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Antimon	Arsen	Nickel	Kobalt	Schwefel	Analytiker
92.57	1.05	5.15	Spur	—	1.03	Spur	—	0.20	Spur	Spur	Bibra.
87.05	0.72	11.80	Spur	—	0.43	Spur	Spur	Spur	—	—	Bibra.
83.63	6.86	0.65	6.83	2.00	0.03	—	—	Spur	—	Spur	Bibra.
96.61	0.30	2.46	Spur	—	0.03	—	—	0.60	—	—	Bibra.
95.97	0.50	3.50	Spur	—	0.41	Spur	—	0.12	—	—	Bibra.
99.24	0.10	—	0.46	—	0.20	—	—	Spur	—	—	Bibra.
98.84	0.55	—	Spur	—	0.30	Spur	—	0.31	Spur	Spur	Bibra.
97.90	0.58	1.50	Spur	—	0.02	Spur	—	Spur	Spur	—	Bibra.
97.57	1.35	0.58	Spur	—	0.07	Spur	Spur	0.43	—	—	Bibra.
77.44	0.30	21.50	Spur	—	0.32	0.20	—	0.24	—	Spur	Bibra.
98.48	0.33	0.66	0.07	—	0.27	—	—	Spur	—	—	Bibra,
98.53	0.43	—	Spur	—	0.43	0.21	Spur	0.40	—	—	Bibra.
99.53	Spur	—	—	—	0.27	—	0.20	0.20	—	—	Bibra.
99.13	0.22	—	Spur	—	Spur	0.32	—	0.33	—	Spur	Bibra.
88.19	0.51	10.23	0.30	—	0.55	—	—	0.22	Spur	Spur	Bibra.
99.05	0.53	Spur	—	—	0.10	—	—	0.32	—	—	Bibra.

Nr.	Zeit der Prägung.	Bemerkungen.
34	Derselbe.	S. u. B. goldgelb, ziemlich fest. Gew. 11.55 G.
35	Nerva. 96 bis 98 n. Chr.	S. B. hell kupferroth. brüchig. Gew. 8.52 G.
36	Trajanus. 98 bis 117 n. Chr.	S. B. hellgelb, sehr fest, höchst feinkörnig. Gew. 17.32 G.
37	Derselbe.	S. B. hellgelb, wenig fest. Gew. 8.95 G.
38	Derselbe.	S. u. B. hellgelb, wenig fest. Gew. 24.74 G.
39	Kaiser nicht genau zu bestimmen, muthmasslich aber 1 bis 50 n. Chr.	S. und B. gelb, ziemlich zähe. Gew. 10.30 G.
40	Desgleichen.	S. u. B. kupferroth. Beim Glühen wurde lamelloses Gefüge und deutliche Spur früherer Prägung auf einzelnen Lamellen sichtbar. Umgeprägt! Gew. 10.24.
41	Desgleichen.	S. u. B. hellgelb, ziemlich fest. Gew. 15.93 G.
42	Desgleichen.	S. u. B. röthlich grau, grobkörnig, höchst brüchig. Gew. 10.80 G.
43	Hadrianus. 117 bis 138 n. Chr.	S. u. B. hellgelb, ziemlich fest. Gew. 21.20 G.
44	Derselbe.	S. u. B. röthlich, nicht sehr fest. Gew. 8.55 G.
45	Derselbe.	S. u. B. hellgelb, ziemlich fest. Gew. 13.72 G.
46	Derselbe.	S. u. B. fast goldgelb, ziemlich fest. Gew. 10.40 G.
47	Derselbe.	S. u. B. fast goldgelb, feinkörnig, fest. Gew. 19.50 G.
48	Sabina, Hadrians Gemahlin.	S. u. B. hellgelb, feinkörnig, fest. Gew. 25.75 G.
49	Dieselbe.	S. u. B. hellgelb, feinkörnig, fest. Gew. 20.00 G.
50	Antonius pius. 138 bis 161 n. Chr.	S. u. B. kupferroth, brüchig. Gew. 7.35 G.
51	Derselbe.	S. u. B. kupferroth, fest. Gew. 9.40. G.
52	Derselbe.	S. u. B. hellgelb, fest. Gew. 24.04 G.
53	Derselbe.	S. u. B. hellgelb, fest. Gew. 17.93 G.
54	Derselbe.	S. u. B. fast goldgelb, wenig fest. Gew. 17.01 G.
55	Marcus Aurelius (Antonius Philosophus. 161—180 n. Chr.	S. röthlich. B. grau, brüchig. Gew. 18.10 G.
56	Derselbe.	S. röthlich. B. grau, sehr brüchig. Gew. 10.72. G.
57	Derselbe.	S, u. B. röthlich. Nicht brüchig. Gew. 10.18 G.
58	Derselbe.	S. u. B. gelb, fest, feinkörnig. Gew. 9.20. G.
59	Derselbe.	S. u. B. gelb, fest, feinkörnig. Gew. 17.90 G.
60	Lucius Verus, Mitregent des Marc. Aurelius.	S. u. B. röthlich. Gew. 23.65 G.
61	Derselbe.	S. u. B. hellgelb, fest. Gew. 10.65 G.
62	Commodus. 180 bis 192 n. Chr.	S. u. B. hellgelb, fest. Gew. 17.60 G.
63	Derselbe.	S. hellgelb. B. grau, feinkörnig oder brüchig. Gew. 22.25 G.
64	Derselbe.	S. hellgelb. B. grau, feinkörnig, brüchig. Gew. 24.88 G.
65	Crispina, Comodus Gemahlin.	S. hellgelb. B. grau, feinkörnig, brüchig. Gew. 11.40 G.
66	Caracalla. 193 bis 211 n. Chr.	S. u. B. hellgelb. ziemlich fest. Gew. 10.10 G.
67	Alexander Severus. 222—235 n. Chr.	S. gelb. B. grau. brüchig. Gew. 11.00 G.
68	Gordianus Pius. 238—244 n. Chr.	S. u. B. röthlich, zähe. Gew. 16.15 G.

Kaisermünzen.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Antimon	Arsen	Nickel	Kobalt	Schwefel	Analytiker
86.30	0.52	12.94	Spur	—	0.14	—	—	0.10	—	—	Bibra.
96.51	0.42	2.35	0.62	—	0.10	—	—	Spur	Spur	—	Bibra.
82.13	1.12	15.35	Spur	—	1.00	Spur	—	0.40	—	Spur	Bibra.
83.95	2.22	12.42	0.30	—	0.39	0.22	—	0.50	—	—	Bibra.
94.63	0.50	3.18	0.53	—	0.72	Spur	Spur	0.44	—	—	Bibra.
78.24	0.70	20.23	0.13	—	0.40	—	—	0.30	—	Spur	Bibra.
97.94	1.38	0.68	Spur	—	Spur	Spur	—	Spur	—	—	Bibra.
90.76	3.22	5.12	0.70	Spur	0.13	0.27	—	Spur	—	—	Bibra.
90.87	1.09	0.69	6.64	Spur	0.41	Spur	—	0.30	Spur	—	Bibra.
91.24	0.32	7.14	0.44	—	0.52	—	—	0.34	—	—	Bibra.
97.62	0.73	0.63	0.30	—	0.32	Spur	—	0.30	—	Spur	Bibra.
88.50	1.27	9.05	0.30	—	0.35	0.10	—	0.43	—	Spur	Bibra.
82.91	0.60	15.57	0.06	—	0.70	0.08	—	0.08	—	—	Bibra.
82.35	0.43	16.84	Spur	—	0.38	Spur	Spur	Spur	Spur	—	Bibra.
89.92	1.52	6.74	0.37	—	1.15	—	—	0.30	—	—	Bibra.
90.49	1.10	7.04	0.20	—	1.07	Spur	—	0.10	—	Spur	Bibra.
98.14	1.03	—	0.10	—	0.31	—	—	0.42	Spur	—	Bibra.
96.68	1.20	1.42	0.20	—	0.20	0.10	—	0.20	—	Spur	Bibra.
91.72	1.55	5.33	Spur	—	1.30	Spur	—	Spur	—	0.10	Bibra.
87.88	—	11.28	0.09	—	0.37	—	—	0.38	—	—	Bibra.
87.86	3.88	8.14	Spur	—	0.12	Spur	—	Spur	—	—	Bibra.
81.47	6.62	10.30	0.02	Spur	0.01	1.30	—	0.28	Spur	Spur	Bibra.
96.62	—	1.70	1.36	—	0.02	—	—	0.30	—	—	Bibra.
97.55	0.66	1.01	Spur	—	0.78	—	—	Spur	—	Spur	Bibra.
92.57	1.80	4.01	0.25	—	1.24	0.03	Spur	0.10	Spur	—	Bibra.
85.63	4.62	6.07	2.00	—	1.07	Spur	—	0.40	—	0.21	Bibra.
88.88	4.20	3.82	2.60	—	0.50	Spur	—	Spur	—	—	Bibra.
90.28	2.00	5.90	0.41	—	0.91	0.22	—	0.28	—	Spur	Bibra.
87.70	2.90	7.92	0.42	—	0.73	0.02	Spur	0.31	—	—	Bibra.
85.60	4.02	5.77	4.17	—	0.13	Spur	—	0.21	—	0.10	Bibra.
89.41	5.42	0.94	4.23	—	Spur	—	—	Spur	—	—	Bibra.
87.23	3.55	4.50	4.40	—	0.21	—	—	0.11	—	—	Bibra.
86.98	4.27	5.00	3.23	—	Spur	0.11	—	0.41	Spur	Spur	Bibra.
84.00	6.33	3.35	6.00	—	0.30	—	—	0.02	—	—	Bibra.
97.52	0.53	0.67	0.48	—	0.40	—	—	0.40	Spur	—	Bibra.

Nr.	Zeit der Prägung.	Bemerkungen.
69	Gordianus Pius. 238—244 n. Chr.	S. u. B. röthlich, ungleiches Korn, wenig fest Gew. 17.15 G.
70	Derselbe.	S. gelb. B. graugelb, ziemlich fest. Gew. 20.20 G
71	Derselbe.	S. u. B. gelb, ziemlich fest. Gew. 10.30 G.
72	Philippus junior, Sohn des Philip. Arabs.	S. rothgelb, B. kupferroth. feinkörnig, höchs brüchig. Gew. 11.05 G.
73	Gallienus. 259—268 n. Chr.	S. u. B. hellgelb, fest. Gew. 2.45 G.
74	Claudius Gothicus. 268—270 n. Chr.	S. gelb. B. rothgelb, stark brüchig. Gew. 2.27 G
75	Derselbe.	S. gelb. B. grau, stark brüchig. Gew. 1.74 G.
76	Derselbe.	S. röthlich. B. rothgrau, brüchig. Gew. 3.04 G.
77	Derselbe.	S. u. B. hellgelb, wenig brüchig. Gew. 2.50 G.
78	Derselbe.	S. u. B. hellgelb, ziemlich brüchig. Gew. 2.00 G
79	Aurelianus. 270—275 n. Chr.	S. u. B. hellgelb, sehr zähe. Gew. 3.59 G.
80	Derselbe.	S. u. B. röthlich, brüchig. Gew. 3.24 G.
81	Derselbe.	S. u. B. röthlich, brüchig. Gew. 3.44 G.
82	Derselbe.	S. u. B. hellgelb, zähe. Gew. 4.00 G.
83	Probus. 277—282 n. Chr.	S. gelb. B. röthlich grau, höchst brüchig Gew. 3.90 G.
84	Derselbe.	S. gelb. B. röthlich grau, brüchig. Gew. 8.00 G
85	Diocletianus. 284—304 n. Chr.	S. kupferr. B. röthl. grau, brüchig. Gew. 3.77 G
86	Derselbe.	S. hellgelb, B. grau, sehr brüchig. Gew. 9.50 G
87	Maximianus, Mitregent d. Diocletian	S. hell, B. grau, sehr brüchig. Gew. 9.50 G.
88	Derselbe.	S. u. B. kupferroth, ziemlich fest. Gew. 8.15 G
89	Derselbe.	S. u. B. kupferroth, ziemlich fest. Gew. 9.30 G
90	Constantinus Chlorus. 304-306 n. Ch.	S. u. B. röthlich, ziemlich fest. Gew. 3.75 G
91	Constantinus Magnus. 311-337 n. Ch.	S. hellgelb. B. grau, brüchig. Gew. 2.30 G.
92	Derselbe.	S. hellgelb. B. grau, brüchig. Gew. 3.13 G.
93	Derselbe.	— — —
94	Derselbe.	— — —
95	Derselbe.	S. hellgelb, B. röthlich, ziemlich fest. Gew. 4.10 G
96	Constantinus II. 337—340 n. Chr.	S. gelb. B. grau, brüchig. Gew. 1.40 G.
97	Derselbe.	S. hellgelb. B. röthlich grau, brüchig. Gew. 2.20 G
98	Derselbe.	S. röthlich. B. kupferroth, fest. Gew. 2.40 G.
99	Derselbe.	S. gelb. B. grauroth, blättrig, brüchig. Gw. 1.78 G
100	Derselbe.	— — — Gew. 2.07 G
101	Derselbe.	S. rothgelb. B. rothgrau, brüchig. Gew. 3.95 G
102	Derselbe.	S. rothgelb. B. rothgrau, nicht sehr brüchig Gew. 3.20 G.
103	Constans. 337—361 n. Chr.	S. u. B. röthlich, blättriger Bruch. Gew. 2.05 G
104	Derselbe.	S. u. B. hellgelb, ziemlich brüchig. Gew. 2.01 G
105	Derselbe.	— — — —
106	Constantinus. 337—361 n. Chr.	S. röthl. B. grau, blättr. sehr brüchig. Gw. 4.44 G
107	Gallus. Mitregent d. Constant.	S. röthlich. B. röthlich, ziemlich zäh. Gew. 3.38 G
108	Magnentius. Mitreg. d. Constant.	S. gelb. B. grau, brüchig. Gew. 4.00 G.
109	Derselbe.	— — — Gew. 3.70 G.
110	Valentinianus I. 364—376 n. Chr.	— — — Gew. 4.20 G.
111	Valentinianus I. u. Valens, Mitreg.	S. röthlich. B. grau, blättrig. Gew. 2.52 G.

Kaisermünzen.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Antimon	Arsen	Nickel	Kobalt	Schwefel	Analytiker
98.22	1.03	—	0.33	—	Spur	0.12	Spur	0.30	—	Spur	Bibra.
78.00	8.73	8.33	4.74	—	Spur	0.20	—	Spur	—	—	Bibra.
81.18	7.53	8.00	3.04	—	0.10	0.07	—	0.08	—	—	Bibra.
98.36	1.03	—	0.51	—	Spur	—	—	0.10	—	—	Bibra.
92.52	4.70	1.50	Spur	1.01	0.05	—	—	0.22	—	—	Bibra.
82.93	5.80	—	11.20	—	0.07	—	—	Spur	Spur	—	Bibra.
87.03	5.85	—	7.12	—	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur	—	Bibra.
88.07	5.17	—	2.27	4.22	0.27	—	—	Spur	—	Spur	Bibra.
81.00	5.11	4.00	9.44	—	0.06	0.03	—	0.36	—	Spur	Bibra.
84.18	6.76	0.68	7.06	—	0.17	0.83	—	0.30	Spur	0.02	Bibra.
94.33	3.44	Spur	0.47	0.98	0.37	0.03	—	0.30	—	0.08	Bibra.
92.62	4.71	Spur	Spur	2.01	0.22	Spur	—	0.40	0.02	0.02	Bibra.
88.94	5.05	—	3.21	2.20	Spur	Spur	—	0.60	—	—	Bibra.
91.80	6.00	—	Spur	2.08	Spur	Spur	Spur	0.12	—	—	Bibra.
90.99	3.02	1.27	1.01	3.40	0.10	0.21	—	Spur	—	—	Bibra.
92.66	4.01	—	2.03	—	0.72	0.01	Spur	0.55	—	—	Bibra.
94.92	3.05	0.90	0.12	0.25	0.23	0.10	—	0.40	—	0.03	Bibra.
91.08	3.03	2.15	1.38	1.00	1.13	—	—	0.23	Spur	—	Bibra.
94.91	1.10	—	0.07	2.65	0.77	—	—	0.50	—	—	Bibra.
92.67	5.07	0.63	0.30	0.40	0.30	0.13	—	0.30	0.11	0.09	Bibra.
91.96	3.80	—	1.34	2.60	0.07	Spur	—	0.23	—	—	Bibra.
94.42	1.04	2.00	1.36	0.22	0.26	Spur	Spur	0.70	—	—	Bibra.
90.27	6.81	—	2.27	0.14	0.20	—	—	0.31	Spur	Spur	Bibra.
94.07	2.00	—	2.37	1.04	0.08	0.08	—	0.44	—	—	Bibra.
92.34	1.34	2.30	1.01	0.83	1.00	0.97!!	—	0.21	Spur	—	Bibra.
95.93	0.35	1.46	0.53	0.25	0.76	0.30	Spur	0.42	Spur	Spur	Bibra.
91.19	3.33	2.70	1.10	0.93	—	—	—	0.75	—	—	Bibra.
84.68	2.80	—	7.80	3.22	1.40	Spur	—	0.10	—	—	Bibra.
89.68	4.36	—	4.27	1.03	0.66	Spur	—	—	—	—	Bibra.
96.01	—	2.07	1.72	—	1.00	—	—	0.20	—	Spur	Bibra.
90.01	1.13	1.44	7.00	—	0.42	Spur	—	Spur	—	—	Bibra.
92.75	2.37	—	3.08	0.90	0.53	0.20	Spur	0.17	Spur	—	Bibra.
91.65	4.71	—	1.72	1.01	0.13	0.12	Spur	0.66	Spur	—	Bibra.
93.93	1.83	1.76	0.70	1.00	0.55	—	—	0.23	—	—	Bibra.
87.77	1.90	1.60	8.20	—	0.13	Spur	—	0.40	—	Spur	Bibra.
91.82	1.40	—	6.15	Spur	0.13	Spur	—	0.30	Spur	—	Bibra.
90.99	0.42	1.92	5.25	0.97	0.12	—	—	0.33	—	—	Bibra.
91.25	2.38	4.44	0.52	0.80	0.20	0.02	Spur	0.41	Spur	—	Bibra.
95.05	1.97	1.90	0.80	Spur	0.08	—	—	0.20	—	Spur	Bibra.
85.43	2.11	1.38	8.08	2.70	0.30	Spur	—	Spur	—	—	Bibra.
89.08	2.63	2.00	2.27	3.40	0.27	Spur	—	0.25	—	—	Bibra.
87.08	—	0.61	9.99	2.02	0.20	—	—	0.10	—	—	Bibra.
94.66	1.04	1.33	1.82	—	0.71	Spur	—	0.44	—	—	Bibra.

Nr.	Zeit der Prägung.	Bemerkungen.
1	Arkadius. 393—408.	Schnitt u. Bruch röthlich, fest. Gew. 4.50 Grm.
2	Derselbe.	— — Gew. 4.30 G.
3	Derselbe.	S. rothgelb, B. rothgrau, ziemlich fest. Gew. 3.70 G.
4	Zeno. 474—491.	S. u. B. röthlich, ziemlich fest. Gew. 12.13 G.
5	Derselbe.	— — Gew. 6.00 G.
6	Anastasius. 491—518.	S. u. B. rothgelb, fest. Gew. 15.31. G.
7	Derselbe.	S. u. B. röthlich, ziemlich fest. Gew. 15.41 G.
8	Derselbe.	S. u. B. röthlich, fest. Gew. 6.01 G.
9	Justinus I. (Trax) 518—527.	S, gelblich. B. grau, höchst brüchig. Gew. 1.90 G.
10	Derselbe.	S. u. B. rothgrau, höchst brüchig. Gew. 1.96 G.
11	Derselbe.	S. u. B. röthlich, ziemlich fest. Gew. 17.50 G.
12	Justinus u. Sophia (seine Gemahlin).	— — Gew. 12.10 G.
13	Desgleichen.	— — Gew. 11.10 G.
14	Justinianus I. 527—565.	S. röthlich. B. rothgrau, brüchig. Gew. 2.20 G.
15	Mauritius. 582—602.	S. hellgelb. B. grau, höchst brüchig. Gew. 4.00 G.
16	Derselbe.	S. hellgelb. B. rothgrau, brüchig. Gew. 4.10 G.
17	Phokas. 602—610.	S. u. B. röthlich, fest. Gew. 6.23 G.
18	Derselbe.	— — Gew. 5.50 G.
19	Heraklius. 600—641.	— — Gew. 5.91 G.
20	Philippus (Bardanes). 711—713.	S. u. B. röthlich, ziemlich fest. Gew. 6.93 G.
21	Leo IV. 775—780.	— — Gew. 7.10 G.
22	Nicephorus I. 802—811.	S. röthlich. B. grau, brüchig. Gew. 5.00 G.
23	Theophilius. 829—842.	S. u. B. rothgrau, brüchig. Gew. 8.53 G.
24	Basilius (Macedo). 867—886.	S. u. B. röthlich, fest. Gew. 10.11 G.
25	Johannes (Zimiscens). 970—975.	S. rothgelb, B. grau, brüchig. Gew. 10.00 G.
26	Derselbe.	S. u. B. röthlich, brüchig. Gew. 10.24 G.
27	Derselbe.	S. u. B. kupferroth, brüchig. Gew. 11.45 G.
28	Byzantiner nicht genau zu bestim-	S. u. B. röthlich, ziemlich fest. Gew. 8.50 G.
29	men, doch aus dem 11. od. 12. Jahrh.	S. u. B. röthlich, ziemlich fest. Gew. 2.50 G.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Antimon	Arsen	Nickel	Kobalt	Schwefel	Analytiker
95.97	1.22	1.31	1.00	Spur	0.33	Spur	Spur	0.17	—	Spur	Bibra.
96.29	0.93	1.50	0.90	—	0.08	Spur	—	0.30	Spur	—	Bibra.
96.68	1.00	0.80	1.02	—	Spur	Spur	—	0.50	—	—	Bibra.
96.29	1.11	2.43	Spur	—	Spur	Spur	—	0.17	—	—	Bibra.
96.20	1.80	0.50	1.30	—	Spur	—	—	0.20	—	—	Bibra.
97.51	1.01	0.93	Spur	—	0.10	0.13	—	0.32	—	Spur	Bibra.
97.48	0.50	1.30	0.07	—	0.05	Spur	—	0.60	—	—	Bibra.
97.04	0.88	1.03	0.42	—	0.22	—	—	0.41	—	Spur	Bibra.
87.84	4.40	0.70	5.73	—	1.00	Spur	—	0.33	—	Spur	Bibra.
96.91	1.20	0.76	Spur	0.33	0.30	—	—	0.50	—	—	Bibra.
98.26	0.51	0.92	—	—	Spur	0.04	—	0.27	—	—	Bibra.
97.76	0.24	1.60	0.70	—	Spur	—	—	0.33	—	Spur	Bibra.
97.26	0.84	1.43	Spur	—	Spur	—	—	0.47	—	—	Bibra.
93.06	4.80	0.40	1.64	—	0.10	Spur	Spur	Spur	—	—	Bibra.
79.94	6.50	6.89	6.12	—	Spur	—	—	0.55	—	—	Bibra.
79.63	5.33	7.50	7.00	—	0.13	Spur	—	0.41	—	Spur	Bibra.
96.70	1.00	2.00	Spur	—	0.06	Spur	—	0.24	—	—	Bibra.
94.93	2.93	1.00	0.50	—	Spur	0.22	—	0.42	—	—	Bibra.
98.30	0.88	Spur	0.37	—	0.12	Spur	Spur	0.31	—	Spur	Bibra.
97.86	1.38	0.14	Spur	—	Spur	0.12	Spur	0.50	—	—	Bibra.
98.69	0.50	0.66	Spur	—	0.05	0.10	—	Spur	—	—	Bibra.
97.04	1.88	—	0.34	—	0.41	—	—	0.33	—	—	Bibra.
79.63	5.33	7.40	7.10	—	0.13	Spur	—	0.41	—	—	Bibra.
96.63	1.33	—	0.50	—	0.93	—	—	0.61	—	Spur	Bibra.
97.32	0.51	0.98	0.89	—	Spur	Spur	—	0.30	Spur	—	Bibra.
98.82	1.10	—	—	—	Spur	Spur	—	0.08	—	Spur	Bibra.
95.86	1.40	0.64	Spur	1.37	0.31	—	—	0.42	—	—	Bibra.
98.80	0.52	—	0.05	—	Spur	0.63	—	Spur	—	Spur	Bibra.
98.76	0.43	0.55	Spur	—	0.04	Spur	Spur	0.22	Spur	—	Bibra.

Nr.	Zeit der Prägung.	Bemerkungen.
1	Augustus 30 vor, bis 11 nach Chr.	Absolut. Gewicht 9.12 Grm. Weihmünze.
2	Derselbe.	Abs. Gew. 7.30 Grm.
3	Claudius 41 bis 54 n. Chr.	Abs. Gew. 8.60 Grm.
4	Nero 54 bis 68 n. Chr.	Abs. Gew. 435 Grains Sp. Gew. 8.59
5	Vespasianus 69 bis 79 n. Chr.	Abs. Gew. 10.90 Grm.
6	Titus 79 bis 81 n. Chr.	— —
7	Derselbe.	Abs. Gew. 178 Grains. Sp. Gew. 8.50
8	Domitian 81 bis 96 n. Chr.	Abs. Gew. 11.50 Grm. (Spur Wismuth)
9	Derselbe.	Abs. Gew. 9.825 Grm.
10	Derselbe.	Abs. Gew. 7.85 Grm.
11	Trajan 98 bis 117 n. Chr.	Blassgelbe Farbe der Legirung.
12	Derselbe.	Sp. Gew. 8.745.
13	Hadrian 117 bis 138 n. Chr.	Abs. Gew. 365 Grains. Sp. Gew. 8.30
14	Antonius Pius 138 bis 161 n. Chr.	Abs. Gew. 13.0 Grm.
15	Derselbe	Abs. Gew. 40.40 Grm.
16	Derselbe	— —
17	Marcus Aurelius 161 bis 180 n. Chr.	Röthlich gelbe Legirung.
18	Derselbe.	Abs. Gew. 9.60 Grm.
19	Faustina, Gemahlin d. Marc. Aurel.	Abs. Gew. 362 Grains. Sp. Gew. 8.83
20	Commodus 180 bis 192 n. Chr.	Abs. Gew. 22.45 Grm.
21	Heliogabalus 218 bis 222 n. Chr.	Abs. Gew. 9.95 Grm.
22	Alexander Severus 222 bis 235 n. Ch.	Röthlichgelbe Legirung.
23	Gordianus III. 237 bis 244 n. Chr.	Abs. Gew. 14.25 G.
24	Philippus Arabs. 244 bis 250 n. Chr.	Röthlichgelbe Legirung
25	Derselbe.	Abs. Gew. 10.30 Grm.
26	Derselbe.	Abs. Gew. 18.80 Grm.
27	Derselbe.	Abs. Gew. 13.65 Grm.
28	Volusianus. 253 bis 254 (in Gallien)	Abs. Gew. 3.65 Grm.
29	Victorinus 267 (in Gallien)	Abs. Gew. $37_{,7}$ Grains. Sp. Gew. 8.77
30	Derselbe	Abs. Gew. $37_{,6}$ Grains. Sp. Gew. 8.73
31	Posthumus 262 bis 268 n. Chr.	Abs. Gew. 3.25 Grm.
32	Tetricus 267 n. Chr.	Abs. Gew. $37_{,3}$ Grains. Sp. Gew. (?)
33	Derselbe	Abs. Gew. $45_{,25}$ Grains. Sp. Gew. (?)
34	Claudius Gothicus 268 bis 270 n. Chr.	Abs. Gew. $52_{,20}$ Grains. Sp. Gew. 8.81.
35	Derselbe	Abs. Gew. $53_{,30}$ Grains Sp. Gew. 8.71
36	Aurelianus 270 bis 275 n. Chr.	Abs. Gew. 3.80 Grm.
37	Derselbe	Abs. Gew. 2.65 Grm.
38	Tacitus 275 n. Chr.	Abs. Gew. $62_{,30}$ Grains. Sp. Gew. 8.72
39	Derselbe	Abs. Gew. $49_{,50}$ Grains. Sp. Gew. 8.70
40	Probus 277 bis 282 n. Chr.	Abs. Gew. $52_{,20}$ Grains. Sp. Gew. 8.72
41	Derselbe	Abs. Gew. $49_{,00}$ Grains. Sp. Gew. 8.74
42	Derselbe	Abs. Gew. 2.40 Grm.
43	Derselbe	Abs. Gew. 3.56 Grm. (die Münze verzinnt)
44	Diocletianus 284 bis 304 n. Chr.	Abs. Gew. 2.65 Grm.
45	Galerius Maximianus 306 bis 311 n. Chr.	Abs. Gew. 2.52 Grm.
46	Maxentius Mitregent	Abs. Gew. 6.35 Grm.
47	Constantinus I. 311 bis 337 n. Chr.	Abs. Gew. 2.50 Grm.

Kaisermünzen.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Gold	Antimon	Analytiker
100.00	Spur	—	Spur	—	—	—	—	Commaille.
100.00	—	—	—	—	—	—	—	Commaille.
100.00	—	—	—	—	—	—	—	Commaille.
81.07	1.05	17.81	—	—	—	—	—	Phillips.
100.00	Spur	—	Spur	—	—	—	—	Commaille.
96.06	—	2.71	—	—	0.85	—	Spur	Commaille.
83.04	—	15.84	—	—	0.50	—	—	Phillips.
94.00	3.74	—	2.06	—	Spur	—	—	Commaille.
98.92	1.08	—	—	—	—	—	—	Commaille.
89.24	9.82	—	0.49	—	—	—	—	Commaille.
85.1	11.5	—	3.4	—	—	—	—	J. Girardin.
88.58	1.80	7.56	2.28	0.21	0.29	—	—	Phillips.
85.67	1.14	10.83	1.73	—	0.74	—	—	Phillips.
84.32	6.18	—	9.50	—	—	—	—	Commaille.
69.65	5.98	—	24.37	—	—	—	—	Commaille.
84.9	10.5	—	4.6	—	—	—	—	J. Girardin.
89.50	9.60	—	0.9	—	—	—	—	J. Girardin.
100.00	Spur	—	Spur	—	—	—	—	Commaille.
79.15	4.97	6.27	9.18	—	0.23	—	—	Phillips.
88.10	4.70	—	7.20	—	—	—	—	Commaille.
87.42	6.37	—	6.21	—	—	—	—	Commaille.
89.00	10.20	—	0.80	—	—	—	—	J. Girardin.
80.00	9.10	—	10.90	—	—	—	—	Commaille.
88.80	8.00	—	3.20	—	—	—	—	J. Girardin.
89.07	7.62	—	3.32	—	—	—	—	Commaille.
80.96	8.80	—	10.24	—	—	—	—	Commaille.
74.11	6.94	Spur	18.95	—	—	—	—	Commaille.
66.82	—	—	Spur	33.18	—	—	—	Commaille.
95.37	0.99	—	Spur	1.60	Spur	—	—	Phillips.
97.13	0.10	—	Spur	1.76	1.01	—	—	Phillips.
82.62	—	—	—	17.38	—	—	—	Commaille.
98.50	0.37	—	Spur	0.76	0.46	—	—	Phillips.
98.00	0.50	—	—	1.50	0.50	—	—	Phillips.
81.60	7.41	—	8.11	1.86	—	—	—	Phillips.
84.70	3.01	Spur	2.76	7.93	0.31	—	—	Phillips.
91.90	5.68	—	2.42	—	—	—	—	Commaille.
93.53	3.43	—	3.04	—	Spur	Spur	—	Commaille.
86.08	3.63	—	4.87	4.40	—	—	—	Phillips.
91.46	—	—	—	5.92	2.31	—	—	Phillips.
90.68	2.00	1.39	2.33	2.24	0.61	—	—	Phillips.
94.65	0.45	—	0.44	3.22	0.80	—	—	Phillips.
94.00	3.75	—	2.25	—	—	Spur	—	Commaille.
98.74	1.26	—	Spur	—	—	—	—	Commaille.
95.84	2.23	—	1.93	—	—	—	—	Commaille.
98.87	—	—	1.03	—	—	—	—	Commaille.
88.72	5.85	—	5.43	—	—	—	—	Commaille.
94.64	1.56	—	3.80	—	—	—	—	Commaille.

Nr.	Zeit der Prägung.	Bemerkungen.
48	Constantinus I. (?) II. (?)	Abs. Gew. 1.32 Grm.
49	Constantinus I. (?) II. (?)	Abs. Gew. 200 Grm. (Kobalt Spur)
50	Theodosius 379 bis 394 n. Chr.	Abs. Gew. 1.17 Grm.
51	Derselbe	Abs. Gew. 3.75 Grm.
52	Justinianus (Byzantiner) 527 bis 565 n. Chr.	Abs. Gew. 3.16 Grm.

Römische Münzen.

Nr.	Zeit der Prägung.	Bemerkungen.
53	Römische Republik.	Semissis. Av. Jupiterskopf. Re. Schiffs schnabel
54	Römische Republik	As. Av. Januskopf. Re. Schiffsschnabel
55	Julius Cäsar 45 vor Christus.	Av. Kopf d. Cäsar. Re. Lorbeerkranz mi veni, vidi, vici.
56	Augustus 30 vor Chr.	Av. Augustuskopf. Re. Altar mit Unterschrift Providentia.
57	Cäsar Augustus Germanicus (Caligula) 37 bis 41 n. Chr.	Av. Castor u. Polux mit Umschrift: Cäs. Aug German.
58	Söhne d. Germanicus (Nero und Drusus)	Av. Eine Quadringa. Re. Undeutliche Figur.
59	Caligula 37 bis 41 n. Chr.	Av. Kopf d. Caligula. Re. Sitzende Vesta.
60	Tiberius 41 bis 54 n. Chr.	Av. Kopf d. Tiberius und Stempel: TIA Re. Corona civica.
61	Derselbe	Av. Tiber. Claud. Cäsar. Re. Brustbild de Antonia Augusta
62	Derselbe	Av. Tiberius mit zwei Brustbildern. Re Schiffsschnabel
63	Vespasianus 69 bis 79 n. Chr.	Av. Kopf d. Vespasianus. Re. sitzender Solda
64	Derselbe	Av. Vespas. mit Lorbeerkranz. Re. Geflügelt Victoria auf einem Schiffsschnabel stehend.
65	Trajanus 89 bis 117 n. Chr.	Av. Kopf d. Trajanus. Re. Sitzende Figur.
66	Derselbe	Av. Kopf d. Trajanus. Re. Sitzende Figur.
67	Tacitus 275 n. Chr.	Av. Kopf. Re. Adler.
68	Probus 277 bis 282 n. Chr.	Av. Kopf. Re. Justitia.
69	Constantinus Magnus 311 bis 337 n. Chr.	— —
70	Licinius 326	— —

Münzen.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Gold	Antimon	Analytiker.
87.96	4.35	—	7.69	—	—	—	—	Commaille.
83.55	1.42	—	14.76	—	0.27	—	—	Commaille.
98.30	—	—	1.76	—	—	—	—	Commaille.
96.62	3.38	—	Spur	—	—	—	—	Commaille.
84.53	6.82	—	8.65	—	—	—	—	Commaille.

(Nachtrag: Göbel, Klaproth, Cu, Sn, Zn, Pb.)

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Analytiker.
87.00	9.80	—	3.10	Göbel.
83.10	5.68	—	11.16	Göbel.
81.75	5.89	10.50	1.70	Göbel.
1.000	—	—	—	Klaproth.
79.3	—	20.7	—	Klaproth.
80.1	—	19.9	—	Klaproth.
1.000	—	—	—	Klaproth.
77.8	—	22	—	Klaproth.
72.20	—	27.70	—	Göbel.
87.00	9.80	—	3.10	Göbel.
81.30	0.83	16.30	1.10	Klaproth.
1.000	—	—	—	Klaproth.
84.02	0.77	15.20	—	Klaproth.
88.55	3.01	16.40	—	Klaproth.
92.00	2.80	0.70	5.53	Göbel.
92.15	3.50	0.60	3.65	Göbel.
87.50	7.14	0.91	4.26	Göbel.
83.75	7.77	0.66	7.82	Göbel.

Nr.	Zeit der Prägung.	Bemerkungen.
1	Marcus Aurelius 161—180	S. u. B. weiss, feinkörnig, höchst brüchig. Gew. 2.28 Grm.
2	Severina Gemahlin M. Aurels	S. hellgelb. B. grauroth, höchst brüchig. Gew. 4.00 G.
3	Septim. Severus und Julia Domna 193—211	Die Münze war mit einem dünnen, leicht abzulösenden Ueberzuge von reinem Silber bedeckt, die unter dem offenbar aufgepressten Ueberzuge befindliche Münze: weich aber zähe, weiss mit gelben Schimmer. Gew. 1.19 G.
4	Desgleichen	Silberüberzug nicht ablösbar. S. u. B. kupferroth, zähe, Gew. 2.77 G.
5	Desgleichen	Silberüberzug nicht abzulösen. S. u. B. rothgelb, sehr fest, zähe. Gew. 2.30 G.
6	Desgleichen	Verzinnt. S. u. B. goldgelb, fest. Als „corinthisches Erz" bezeichnet. Gew. 11.40 G.
7	Desgleichen	Silberüberzug. S. u. B. röthl., fest. Gew. 7.20 G.
8	Septimus Severus	S. u. B. hellg. fast weiss, doch die überziehende Silberschicht noch zu unterscheiden; feinkörnig, sehr fest und zähe. Gew. 3.14 G.
9	Philippus I. 244—249	Verzinnt. S. hellg. B. grau, höchst br. Gw. 4.60G.
10	Derselbe	Verzinnt. S. hellg. B. grau, brüchig. Gew. 5.00G.
11	Trajanus Decius 250—252	Verzinnt. S. u. B. röthlich, fest. Gew. 1.85 G.
12	Derselbe	Verzinnt, der Zinnüberzug silberhaltig. S. u. B. röthlich, fest. Gew. 2.15 G.
13	Gallienus 260—268	Stark versilbert. S. u. B. kupferr., br. Gw. 2.50 G.
14	Derselbe	— — Gew. 2.41 G.
15	Derselbe	Stark vers. S. hellg., B. rothgrau, br. Gew. 3.10 G.
16	Posthumus 262—268	Versilbert. Im Bruche die überziehende Silberschicht deutlich zu bemerken. S. hellgelb. B. kupferroth, ziemlich brüchig. Gew. 3.80 G.
17	Derselbe	Vers. S. hellg. B. rothgrau, sehr br. Gew. 4.00 G.
18	Probus 277—282	Mit silberhaltigem Zinn überzogen. S. hellgelb. B. rothgrau, brüchig. Gew. 4.20 G.
19	Derselbe	Vers. S. hellg. B. rothgrau, brüchig. Gw. 4.55 G.
20	Maximianus Hercules 306—311	Verzinnt, höchst dünner Ueberzug. S. rothgelb, B. röthlich, ziemlich fest. Gew. 8.33 G.
21	Derselbe	Verzinnt, höchst dünner Ueberzug. S. hellgelb, B. kupferroth, brüchig. Gew. 9.55 G.
22	Constantinus Magnus 311—337	Schwach vers. Im Bruche, scheinbar aus Kupfer u. Zinnlamellen bestehend, doch ziemlich fest. Gew. 4.20 G.
23	Derselbe	Schwach vers. S. gelb. B. grau, br. Gew. 5.33 G.
24	Trajanus 98—117	Nicht vers. Broncegelb. Bruch mässiggelb, sehr feines Korn.
25	Hadrianus 117—138	Nicht vers. Broncegelb. Bruch graulich, sehr feines Korn.

(Versilberte oder verzinnte Münzen.)

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Gold	Eisen	Antimon	Arsen	Nickel	Kobalt	Schwefel	Analytiker
3.01	—	—	1.37	93.59	0.90	1.02	—	—	Spur	—	0.11	Bibra.
94.63	3.74	—	Spur	1.55	—	Spur	0.08	—	Spur	—	—	Bibra.
58.22	1.57	Spur	Spur	39.89	—	Spur	—	—	0.32	—	—	Bibra.
97.20	1.02	—	—	1.47	—	0.10	Spur	Spur	0.21	—	Spur	Bibra.
95.14	3.77	—	—	0.43	—	1.03	0.20	—	0.33	—	—	Bibra.
79.27	20.43	—	—	—	—	—	—	—	0.30	—	—	Bibra.
93.65	2.55	0.80	Spur	2.70	—	Spur	Spur	—	0.30	—	—	Bibra.
50.65	Spur	1.03	0.77	47.42	Spur	0.02	—	—	0.11	—	Spur	Bibra.
83.73	14.68	—	1.08	! !	—	0.45	Spur	—	0.06	Spur	Spur	Bibra.
85.54	9.01	—	2.70	1.31	—	0.88	0.05	—	0.51	Spur	Spur	Bibra.
84.08	2.01	0.93	Spur	12.86	Spur	0.12	Spur	Spur	Spur	—	—	Bibra.
84.34	6.00	1.20	1.11	7.05	—	Spur	—	—	0.30	—	—	Bibra.
93.64	0.50	Spur	0.27	4.89	—	0.08	—	—	0.62	—	Spur	Bibra.
92.20	0.42	1.15	0.51	5.02	—	0.37	—	—	0.33	—	Spur	Bibra.
87.88	0.77	2.11	3.00	6.01	Spur	0.10	Spur	—	0.13	Spur	—	Bibra.
81.83	Spur	—	0.85	17.31	—	0.01	—	—	Spur	—	Spur	Bibra.
86.42	0.88	—	Spur	12.14	Spur	0.10	0.02	Spur	0.44	—	—	Bibra.
90.87	5.09	—	0.20	3.76	—	Spur	0.08	Spur	Spur	Spur	—	Bibra.
93.80	1.02	Spur	0.81	3.82	—	Spur	—	—	0.55	—	—	Bibra.
97.97	Spur	—	Spur	2.03	—	Spur	—	—	Spur	—	—	Bibra.
94.59	2.00	—	0 14	3.27	—	Spur	Spur	—	Spur	—	Spur	Bibra.
68.87	22.89	1.86	5.85	0.30	—	0.03	—	—	0.20	—	Spur	Bibra.
75.50	14.00	1.70	7.33	1.03	—	0.14	Spur	—	0.30	—	—	Bibra.
86.92	0.72	10.97	1.10	0.30	—	0.18	Spur	Spur	—	—	—	Bibra.
88.58	1.80	7.56	2.28	0.21	—	0.29	—	—	—	—	—	Bibra.

Silbergehalt römischer, nicht versilberter oder verzinnter Münzen.

Nr.	Zeit der Prägung.	Abs. Gewicht	Silbergehalt in Procent	Analytiker
26	Augustus 30 vor bis 14 nach Chr.	10.22 Grm.	2.00	Bibra.
27	Kaiser nicht genau zu bestimmen, aber muthmasslich 1—50 n. Chr.	15.93 „	Spur	Bibra.
28	Ebenso	10.80 „	Spur	Bibra.
29	Marcus Aurelius 161—180	18.10 „	Spur	Bibra.
30	Gallienus 259—268	2.45 „	1.01	Bibra.
31	Claudius Gothicus 268—270	3.04 „	4.22	Bibra.
32	Aurelianus 270—275	3.59 „	0.98	Bibra.
33	Derselbe	3.24 „	2.01	Bibra.
34	Derselbe	3.44 „	2.20	Bibra.
35	Derselbe	4.00 „	2.08	Bibra.
36	Probus 277—282	3.90 „	3.40	Bibra.
37	Diocletianus 284—304	3.77 „	0.25	Bibra.
38	Derselbe	9.50 „	1.00	Bibra.
39	Maximianus, Mitregent d. Diocletianus	9.50 „	2.65	Bibra.
40	Derselbe	8.15 „	0.40	Bibra.
41	Derselbe	9.30 „	2.60	Bibra.
42	Constantinus Chlorus 304—306	3.75 „	0.22	Bibra.
43	Constantinus Magnus 311—337	2.30 „	0.14	Bibra.
44	Derselbe	3.13 „	1.04	Bibra.
45	Derselbe	— „	0.83	Bibra.
46	Derselbe	— „	0.25	Bibra.
47	Derselbe	4.10 „	0.93	Bibra.
48	Constantinus II. 337—340	1.40 „	3.22	Bibra.
49	Derselbe	2.20 „	1.03	Bibra.
50	Derselbe	2.07 „	0.90	Bibra.
51	Derselbe	3.95 „	1.01	Bibra.
52	Derselbe	3.20 „	1.00	Bibra.
53	Constans 337—361	2.01 „	Spur	Bibra.
54	Derselbe	— „	0.97	Bibra.
55	Constantinus 337—361	4.44 „	0.80	Bibra.
56	Gallus Mitregent d. Const.	3.38 „	Spur	Bibra.
57	Magnentius Mitregent d. Constantin	4.00 „	2.70	Bibra.
58	Derselbe	3.70 „	3.40	Bibra.
59	Valentinianus I. 364—376	4.20 „	2.02	Bibra.
60	Arcadius (Byzantiner) 395—408	4.50 „	Spur	Bibra.
61	Justinus 518—527	1.96 „	0.33	Bibra.
62	Johannes Zimiscus 970—975	11.45 „	1.37	Bibra.

	Zeit der Prägung.	Abs. Gewicht	Silbergehalt in Procent	Analytiker
63	Trajanus 98—117	—	0.21	Phillips.
64	Valerianus 253—254	3.65 Grm.	33.18	Commaille.
65	Victorinus 267	37.7 Grains	1.60	Phillips.
66	Derselbe	37.6 Grains	1.76	Phillips.
67	Posthumus 262—268	3.25 Grm.	17.38	Commaille.
68	Tetrius 267	37.3 Grains	0.76	Phillips.
69	Derselbe	45.25 „	1.50	Phillips.
70	Claudius Gothicus 268—270	52.20 „	1.86	Phillips.
71	Derselbe	53.30 „	7.93	Phillips.
72	Tacitus 275	62.30 „	4.40	Phillips.
73	Derselbe	49.50 „	5.92	Phillips.
74	Probus 277—282	52.20 „	2.24	Phillips.
75	Derselbe	49.00 „	3.22	Phillips.

Silbergehalt durch directes Kupelliren bestimmt.

76	Aurelian 270—275	57.2 Grains	2.90	Phillips.
77	Derselbe	50.5 „	2.96	Phillips.
78	Severina, Gemahlin d. Aur.	54.5 „	4.37	Phillips.
79	Dieselbe	54.0 „	5.80	Phillips.
80	Tacitus 275	61.4 „	4.90	Phillips.
81	Victorinus 267 (Gallien)	38.0 „	2.20	Phillips.
82	Derselbe	35.7 „	1.10	Phillips.
83	Tetrius 267	31.5 „	0.38	Phillips.
84	Derselbe	44.0 „	0.41	Phillips.
85	Quintilius 271	52.4 „	2.32	Phillips.
86	Derselbe	33.8 „	2.25	Phillips.
87	Marius 267	43.7 „	5.15	Phillips.

Silbergehalt römischer Münzen.

Nr.	Zeit der Prägung.	Silbergehalt	Analytiker
88	Victorinus 267 n. Chr.	0.022	Rauch.
89	Derselbe	0.018	Rauch.
90	Derselbe	0.016	Rauch.
91	Derselbe	0.011	Rauch.
92	Marius 267	0.051	Rauch.
93	Tetricus 267	0.011	Rauch.
94	Derselbe	0.008	Rauch.
95	Derselbe	0.004	Rauch.
96	Claudius Gothicus 268—270	0.079	Rauch.
97	Derselbe	0.021	Rauch.
98	Derselbe	0.019	Rauch.
99	Quintilius 270	0.023	Rauch.
100	Derselbe	0.022	Rauch.
101	Aurelian u. Severina 270—275	0.058	Rauch.
102	Derselbe	0.052	Rauch.
103	Derselbe	0.044	Rauch.
104	Derselbe	0.030	Rauch.
105	Derselbe	0.029	Rauch.
106	Tacitus 275	0.059	Rauch.
107	Derselbe	0.049	Rauch.
108	Derselbe	0.044	Rauch.
109	Probus 277—282	0.052	Rauch.
110	Derselbe	0.044	Ackermann.
111	Derselbe	0.032	Rauch.
112	Derselbe	0.022	Rauch.
113	Corvinus 282—284	0.050	Rauch.
114	Diocletianus 284—304	0.045	Rauch.
115	Maximianus 284—304	0.020	Rauch.

Römische Waffen, Schmuck

Nr.	Gegenstand.	Bemerkungen.
1	Spiegel. Aufgefunden ohnweit Mainz.	Grauweisses Metall, theilweise oxydirt. Durch die Feile glänzend werdend. Bruchfläche mit weissen Metallkügelchen angefüllt. Sp. Gew. 9.21.
2	Spiegel. Aus einem Grabe bei Turin.	Theilweise noch spiegelnd, Rückseite roth oxydirt. Feinkörniger gelblichgrauer Bruch. Höchst hart.
3	Spiegel. Ohnweit Chur gefunden.	Grauweisses, brüchiges Metall, auf beiden Seiten grünlich oxydirt.
4	Desgleichen.	Grauweisses, hartes Metall, auf beiden Seiten oxydirt.
5	Fibula. Aus Herkulanum.	— — —
6	Schnalle. Aus dem Goldbachgraben im Emmenthale.	Oxydirt.
7	Ohrring. Aus einem Grabe d. Insel Euböa.	Ringförmiger Draht 65 MM. lang, 1 MM. dick.
8	Schnalle. Aus demselben Grabe der Insel Euböa.	Mit grüner glänzender Patina bedeckt.
9	Armreif. Fundort unbekannt, die Form röm. Ursprung andeutend.	Mit grüner Patina bedeckt.
10	Fibula. Ausgrabung am Rhein. Auf antiquarischem Wege wie die folgenden 5 Gegenstände erworben. Durch archäologische Bestimmung für ächt erkannt.	Grau grün, unscheinbar patinirt.
11	Fibula. Desgleichen.	— —
12	Fibula. Desgleichen.	Schöne, grüne, glänzende Patina.
13	Fibula. Desgleichen.	Von unberufener Hand gereinigt.
14	Fibula. Desgleichen.	Hellgrün, matt und ungleichförmig patinirt.
15	Schwertklinge. Desgleichen.	Glatte, glänzende, grüne Patina. Fragment.
16	Schwertklinge. Ohnweit Chur gefunden.	— — —
17	Schwertklinge. Am Hallstädter See (Salzkammergut) an einer Bergwand mit anderen Gegenständen durch Regen ausgewaschen.	— — —
18	Wagenbeschläge. Salzburg. In alten, muthmasslich Römerzeiten durch eine Feuersbrunst theilweise geschmolzen.	Geschmolzene theilweise mit graugrüner Patina überzogene Masse.
19	Erztropfen aus einem Graphittiegel. v. Desor u. Fischer aus dem (Neuenburger?) See gezogen.	Gelbe Metallkörner in Schlacken gehüllt.
20	Metallplatte v. Basel-Augst. 6″ lang 3″ hoch. Mit Schrift: Deo invicto typum aurochalcum solis. — Wohl Votivtafel an einer Statue.	Schöne Farbe, zähes Metall.

und andere Gegenstände.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Antimon	Arsen	Nickel	Kobalt	Schwefel	Analytiker
63.39	19.05	—	17.29	—	—	—	—	—	—	—	Souchay.
67.98	24.48	—	7.12	—	0.05	—	—	0.37	—	—	Fellenberg. [17]
71.60	22.73	0.27	4.80	—	0.10	—	—	0.50	—	—	Bibra.
64.46	28.36	—	7.13	—	Spur	—	—	0.05	—	—	Bibra.
93.04	6.14	0.82	—	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
75.37	2.94	17.64	2.72	—	1.33	—	—	—	—	—	Fellenberg. [38]
87.07	0.91	10.87	0.75	—	0.40	—	—	—	—	—	Fellenberg. [89]
70.70	7.47	—	22.44	—	0.17	—	—	0.22	—	—	Fellenberg. [90]
82.01	1.79	15.30	0.80	Spur	Spur	Spur	—	0.10	—	Spur	Bibra.
93.02	1.42	4.54	Spur	—	0.83	0.11	0.08	Spur	—	—	Bibra.
86.95	1.35	11.03	0.31	—	0.21	—	—	0.15	—	Spur	Bibra.
87.28	2.00	8.22	1.70	—	0.50	—	—	0.30	Spur	—	Bibra.
85.94	1.50	9.31	2.03	Spur	1.02	0.10	Spur	0.10	—	—	Bibra.
84.45	1.72	12.31	1.44	—	0.08	—	—	Spur	—	—	Bibra.
79.19	15.55	Spur	5.13	—	0.13	Spur	—	Spur	—	—	Bibra.
82.68	15.37	1.02	Spur	—	0.83	—	—	0.10	Spur	—	Bibra.
83.74	11.38	2.75	0.43	—	Spur	0.78	Spur	0.92	—	Spur	Bibra.
82.96	6.90	3.12	6.80	—	Spur	Spur	—	0.22	Spur	—	Bibra.
81.45	6.30	7.69	4.14	0.08	0.34	—	—	—	—	—	Fellenberg. [16]
85.96	2.40	10.61	—	—	1.03	—	—	—	—	—	Fellenberg. [34]

Römische Waffen, Schmuck

Nr.	Gegenstand.	Bemerkungen.
21	Fussgestell der Dea Artio. Ausgegraben bei Bern. Schrift: Deae artioni licinia sabinilla.	Brüchiges Metall, körnig, röthlich viole Bruch dunkelgrün, matte Patina.
22	Fussgestell einer Statue. Jüngling b. Bern	— — —
23	Bild d. Dea Naria. Muthmasslich bei Bern. Schrift: Deae Nariae reg. arvre. cur. feroc. L.	— — —
24	Statue der Victoria. Gefunden bei Brescia.	Spec. Gewicht 7.92
25	Statue der Minerva. In Paris befindlich.	— —
26	Statuette. Victoria.	6 CM. hoch, bräunlich patinirt, an vertieft Stellen hellgrün.
27	Statuette. Minerva.	5 CM. 5 MM. hoch, bräunliche Patina.
28	Statuette. (?)	8 CM. ziemlich glänzende hellgrüne Patina
29	Statuette (?)	8 CM. 4 MM. hoch, bräunliche Patina.
30	Statuette eines Thiers, Löwe? Fragment.	8 CM. 4 MM. bräunliche, hübsche Patina.
31	Bronce Statue von Finthen (drei Stunden v. Mainz).	Kolossale vergoldete Statue.
32	Römische Fibula von Mainz	Schöne hellgelbe Farbe. 92 MM. lang.
33	Römische Fibula von Mainz	— —
34	Römische Fibula.	v. Bonnstetten in Italien erworben.

und andere Gegenstände.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Antimon	Arsen	Nickel	Kobalt	Schwefel	Analytiker
68.62	6.77	—	24.46	0.02	0.13	—	—	—	—	—	Fellenberg.[197]
81.23	9.33	—	9.34	—	0.10	—	—	—	—	—	Fellenberg.[198]
72.63	8.19	—	19.01	—	0.17	—	—	—	—	—	Fellenberg.[199]
80.70	9.44	1.92	7.68	—	—	—	—	—	—	—	Arnaudon.
83.	2	14	1	—	—	—	—	—	—	—	Bley.
76.03	7.33	3.03	12.11	Spur	1.20	Spur	—	0.20	—	0.10	Bibra.
78.77	9.03	—	12.07	—	0.13	Spur	—	Spur	—	Spur	Bibra.
85.64	4.22	Spur	9.13	—	0.80	—	—	0.20	—	0.01	Bibra.
80.65	8.13	0.75	10.00	—	0.30	—	—	0.17	—	—	Bibra.
87.36	6.23	Spur	6.20	—	Spur	—	—	0.21	—	—	Bibra.
78.33	10.77	—	10.24	—	0.14	—	—	0.52	—	—	Fellenberg.[143]
85.98	13.83	—	0.05	—	0.05	—	—	0.09	—	—	Fellenberg.[151]
75.07	0.20	24.45	—	—	0.28	—	—	—	—	—	Fellenberg.[152]
84.01	13.89	—	1.73	—	0.37	—	—	—	—	—	Fellenberg.[84]

Die Kupferlegirungen der Römer.

Uebersicht.

Bezüglich der von ihm untersuchten Münzen (und vorzugsweise der römischen) zieht Phillips folgende Schlüsse.

Der Hauptbestandtheil derselben ist Kupfer, Zinn und Blei.

Aber nur bei den ältesten Münzen allein, dem As und seinen Bruchtheilen zum Beispiele, fällt das Blei einigermassen in das Gewicht und es wurde wahrscheinlich zugesetzt, um das Kupfer leichtflüssiger zu machen.

Nickel, Kobalt, Eisen und Schwefel sind nicht absichtlich zugesetzt. Die geringen Gewichtsmengen, in welchen diese Körper in den Münzen auftreten, zeigen, dass sie ihre Anwesenheit den Erzen und den unvollkommenen metallurgischen Kenntnissen der Alten verdanken.

Das Zink, dessen Auftreten erst kurz vor Christus beginnt, verschwindet wieder zur Zeit der dreissig Tyrannen (Gallienus 260 — 268 nach Christus).

Das Silber, wechselnd von 260 bis 268 nach Chr. und wohl nicht unabsichtlich zugesetzt, tritt von dieser Zeit an die Stelle des Zinks.

Die von mir ausgeführten Untersuchungen ergeben in Betreff der dem Kupfer zugesetzten anderen Metalle etwa Folgendes:

Blei. Ganz wie Phillips angegeben hat, wurde dasselbe, zur Zeit der Republik und vielleicht bis Augustus absichtlich dem Kupfer zugesetzt. Das mag der Billigkeit halber geschehen sein, wohl eher aber noch der Leichtflüssigkeit halber, da das Barrengeld der eigentlichen Münze voranging und gewogen wurde, ehe man darauf kam, es, mit Werthbezeichnung versehen, freilich in pfundschweren Stücken zu giessen. Sehr muthmasslich wurde diese erste Art von Geld in Rom erst durch die Decemviren eingeführt, denn, obgleich in Griechenland schon vorher ein geregelter Münzfuss stattfand, so ist es dennoch höchst wahrscheinlich, dass in Rom die Gesetze, in welchen von Geld, vom As die Rede ist, nicht vor den Decemviren gegeben wurden, sondern fälschlich in eine frühere Zeit, so wie zum Beispiel in die Numa's gesetzt wurden.

Unter den Decemviren aber wurden die Belohnungen und Bussen, die wie es scheint zum Theil bisher in allerlei Vieh, ja selbst in Feld bestanden hatten, wenn wohl auch zugleich, in erst zu wägendes Kupfer, in Aes, in jene riesige, pfundschwere Münze, das As umgewandelt.

Es ist denkbar, dass man bei dieser Neuerung es bequem fand, ein

etwas leichtflüssigeres Metall als das reine Kupfer zu haben. Man verbesserte es durch Blei im Sinne der damaligen Metallurgen, indem man es für den vorliegenden Zweck leichtflüssiger machte, wie später durch Zink-Zusatz goldgelb, und wenn man es gerne sieht von den alten ehrwürdigen Republikanern den Schein von ein klein wenig (Ur-) Falschmünzerei zu entfernen, mag man sagen, dass sie sonder Zweifel der Meinung waren, dass ihre römischen Mitbürger wohl nicht daran denken würden, die neu erfundene Münze wieder einzuschmelzen und zu Wagenbeschlägen, Pflugschaaren und anderen Dingen zu verwenden.

Man dehnte diesen Bleisatz dann auch auf die späteren Bruchtheile des As aus, und er findet sich, wie ich oben erwähnte, und wie die Tabellen ergeben, bis zu den Zeiten des Augustus.

Um diese Zeit aber fällt dieser Bleigehalt der römischen Kupfermünzen, so dass die wenigen Ausnahmen (bei Augustus z. B. noch 6.83 pCt.) als eine Zufälligkeit angenommen werden müssen, und der Bleigehalt, der sich von jetzt an findet, als eine Verunreinigung, und nicht als ein absichtlicher Zusatz betrachtet werden kann.

Diess geht bis zu Marc Aurel 180 nach Chr., von dort an aber treten wieder bedeutende, offenbar absichtlich zugesetzte Bleimengen auf, und nur in der grossen Minderzahl von Fällen mag hier das Blei als ein zufälliger Bestandtheil betrachtet werden können.

Ist dieser Bleigehalt technischen oder finanziellen Gründen zuzuschreiben, ich vermag hierüber keine Vermuthung aufzustellen, er reicht indessen so ziemlich bis zu den Byzantinern (Arcadius 395 bis 408) und von dort an treten, mit wenig Ausnahmen, so geringe Mengen auf, dass diese wohl wieder als nicht absichtlicher Zusatz erscheinen.

Das, nach meinen Untersuchungen, hier Ausgesprochene bestätigen so ziemlich die Analysen von Girardin und Commaille, nur tritt der Bleigehalt in auffallender Menge und in einigen Fällen etwas früher auf, als vor Marc Aurel, so bei Trajanus (117 nach Chr.) 3.4 pCt. Girardin bei Antonius Pius (164 nach Chr.) 9.5 und 24.37 pCt. Commaille, dann aber bleibt derselbe regelmässig ein höherer, so wie auch bei meinen Analysen.

Zinn. Zur Zeit der Republik wurde aber so wie das Blei unbedingt auch das Zinn den Kupfermünzen absichtlich zugesetzt, etwa von 3 bis 12 pCt. mit wenigen Ausnahmen, in welchen man fast reines Kupfer ausprägte. Bei Augustus findet sich (in meiner Tabelle) noch einmal ein Zinngehalt von 6.86 pCt., und das zwar auffallender Weise in derselben Münze, welche auch 6.83 Blei enthält. Dann fällt die Menge Zinnes und wird unwesentlich, ganz analog dem Blei bis wieder zu Marc Aurel, von welchem Kaiser an wieder grössere Mengen auftreten, wenn gleichwohl der Zinngehalt, zur Zeit der Republik ein durchschnittlich grösserer erscheint. Die, in den Tabellen verzeichneten Arbeiten von Commaille, Girardin und Phillips ergeben ebenfalls auffallenden Zinnmangel von Augustus an, dann wieder Steigen desselben aber fast eben so wie in Bezug auf das Blei, früher als bei Marc Aurel, und mithin früher als nach meinen Beobachtungen, schon vom Ende des 1. Jahrhunderts unserer Zeitrechnung an.

Die freilich nicht sehr grosse Reihe von Göbel und Klapproth bestätigt dies, und auch nach ihren Untersuchungen beginnt ein regelmässiger Zinngehalt erst gegen Ende des 1. Jahrhunderts.

Zink. Wirft man einen Blick auf meine Tabellen und auf die gleichzeitige Arbeit von Phillips, so findet sich Zink zur Zeit der Republik nur zweimal, und einmal 20 Jahre vor Christus, freilich mit auf-

fällig hoher Zahl (17.31 pCt.) bei einer Münze der Familie der Cassier. Von Augustus an beginnt dasselbe aber, man kann fast sagen, ständig aufzutreten, indem es nur selten fehlt und fast stets in nicht unbedeutender Menge auftritt. So finden sich 10—15, selbst 20 pCt.

Ziemlich um die Zeit der dreissig Tyrannen (Gallienus 265—268) sinkt eben dieser Zinkgehalt bedeutend, beschränkt sich, bis gegen 376, auf geringere Mengen und fehlt häufig und gänzlich. Wie wir oben gesehen haben, fand Phillips ein Gleiches, nur bezeichnet er noch schärfer das Verschwinden des Zinkgehaltes um die Zeit der dreissig Tyrannen.

Girardin und Commaille untersuchten überhaupt gar keine Münzen aus der Zeit der Republik, und auch später ist des Zinks bei Commaille nur zweimal gedacht: Titus 80 nach Chr. 2.71 pCt. und Phillippus Arabs, 250 nach Chr.: Spur. Girardin hingegen giebt nirgends einen Zinkgehalt an.

Göbel und Klapproth hingegen fanden Zink von Cäsar 45 vor, bis Licinius, 326 nach Christus.

Den Silbergehalt der römischen Münzen werde ich weiter unten besprechen.

Eisen, Kobalt, Nickel, Antimon, Arsen und Schwefel sind unter allen Verhältnissen als zufällige Bestandtheile, das heisst als von den Erzen aus in die Metallmasse der Münzen mit übergegangen, zu betrachten.

Bezüglich des Eisens und Nickels, so wird man kaum eine Münze oder eine andere Kupferlegirung alter und neuer Zeit finden, in welcher nicht von beiden entweder geringe wägbare Mengen, oder doch wenigstens Spuren zu finden sind, und derselbe Fall ist es mit den Feinkupfern, wenn man auf ihre Reindarstellung auch noch so grosse Sorgfalt verwendet hat. So hartnäckig wie sich Eisen, Nickel und Kobalt unter sich anhängen (man erlaube mir den veralteten Ausdruck), so unzertrennlich scheinen Eisen und Nickel in den Erzen des Kupfers von dem letzteren zu sein, während das Kobalt grossentheils oder gänzlich in die Schlacken geht.

Aehnlich verhält es sich mit dem Antimon und Arsen, und während ich ziemlich häufig im Verhältniss zu andern Arbeiten, selbst sehr häufig Antimon in den Kupferlegirungen gefunden habe, fand sich Arsen viel seltener.

Dass der Schwefel durch kiesige Erze in das Kupfer und die Legirungen gekommen ist, liegt auf der Hand.

Analysen von Kupfererzen anzuführen, deren eine ziemlich reiche Anzahl vorliegt, würde hier zu weit führen, auch die Hüttenprocesse müssen übergangen werden, einige dieser Arbeit beigegebene Tabellen aber werden die Beimengungen zeigen, welche sich in Herd- und Hammergaarem Kupfer finden und das zwar, wie es scheinen will, häufiger als in dem Analysen der Erze.

Zuverlässig aber darf angenommen werden, dass jede Beimengung, die durch die Analyse in den bis jetzt behandelten Kupferlegirungen gefunden worden ist, wenn ihre Menge nicht ein, vielleicht selbst zwei Prozent übersteigt, durch die Erze oder durch Einschmelzen, Umschmelzen älterer Gegenstände, in das Metallgemenge gekommen ist. Die Römer waren zuverlässig nicht die Metallurgen, welche so geringe Mengen irgend eines regulinischen Metalles ihren Legirungen zusetzten, um denselben diese oder jene Eigenschaft zu geben.

Was das Zink betrifft, so weiss man, dass sie Zinkerze ihrem Kupfer zusetzten, um es zu »verbessern.« Sind nun die zu gewissen Zeiten vor-

kommenden geringen Zinkmengen in die Legirungen gekommen: durch zinkhaltige Kupfererze unbewusst den Erzgiessern und Schmelzern, oder setzte man absichtlich Zinkerze zu, welche indessen von geringem Zinkgehalte waren?

Beides ist gleich möglich, denn der, durch Jahrhunderte andauernde grössere, und dann fast regelmässig wieder so geringe Zinkgehalt kann auf eine veränderte Bezugsquelle der Erze deuten.

Man verwendete zur Zeit der Republik jedenfalls vorzugweise Kupfererze ohne Zink. Dann setzte man zinkreiche Erze den Legirungen zu, aber die Werke, aus welchen man diese bezog, können erschöpft worden sein, so dass man sich genöthigt sah zu schlechteren, weniger Zink enthaltenden Erzen zu greifen.

Wie gesagt also: Der grössere Gehalt an Zink ist zuverlässig absichtlich durch Zusatz von Zinkerzen entstanden, die geringe Menge kann wider Willen durch verschlechterte Erze so gering ausgefallen sein, sie kann aber auch einem Zinkgehalte der Kupfererze ihre Anwesenheit verdanken, dem Zufalle.

Der geringe Silbergehalt, den die römischen Münzen, die nicht versilbert und nicht verzinnt sind, zeigen, ist selbst wenn er 2 pCt. übersteigt, meiner Ansicht nach jedenfalls eine Zufälligkeit und durch silberhaltige Erze entstanden.

Man prägte Münzen mit geringem Silbergehalte, welche man versilberte selbstverständlich im Feuer und ziemlich haltbar.

Man presste solchen Münzen einen dünnen Silberüberzug mechanisch auf, derselbe lässt sich hin und wieder selbst theilweise ablösen, und besteht fast aus chemisch reinem Silber. Dergleichen aber kam mir nur eine einzige vor.

Man verzinnte Münzen mit geringem Silbergehalte, offenbar um sie silberähnlicher zu machen.

Man wandte endlich bei Münzen mit geringem Silbergehalte das Weisssieden an, um ihnen, wenn freilich nur auf kurze Zeit, ein silberähnliches Aussehen zu geben.

Dass man bei allen diesen Manipulationen beabsichtigte Münzen mit geringem Silberwerth in Cours zu setzen, liegt auf der Hand.

Allerlei Bedenken aber drängen sich dennoch, selbst bei diesen so eben besprochenen, weiss gefärbten Münzen auf.

Man kann bei den versilberten Stücken annehmen, dass die Römer sie gutwillig eine Zeit lang wenigstens für Silber nahmen, obgleich Erlasse der Regierung gegen Münzmeister, welchen man das schlechte Geld in die Schuhe schob, zeigen, dass man sich beklagte.

Was die verzinnten Münzen betrifft, so ist die Sache schon schwieriger zu begreifen, denn die Römer wussten, zur Zeit der Kaiser wenigstens, zuverlässig Zinn, war es auch noch so glänzend, vom Silber zu unterscheiden. Es ist mir nicht bekannt, was Numismatiker und Archäologen über diese verzinnten Münzen beschlossen haben, aber ich habe mir gedacht, dass man sie vielleicht zu gewissen Zeiten geprägt haben mag um das Ausland damit zu beglücken, gezwungene Bundesgenossen zum Beispiele, welche gute Miene zum bösen Spiele machen mussten, oder Barbaren, welche es eben nicht besser verstanden. Aehnliches mit Gold- und Silbermünzen, wenn gleich nicht Verzinnung, ist Ende des vorigen Jahrhunderts selbst in Deutschland vorgekommen. Dieser Gebrauch aber, den die Römer mit ihren verzinnten Kupfermünzen, meiner Ansicht nach, machten, ist mir nach und nach so wahrscheinlich vorge-

kommen, dass ich überzeugt bin, die ganze Welt wird das Gegentheil behaupten.

Die Verschlechterung des Kornes der Silbermünzen, welche unter Nero begann, ist mir wohl bekannt und Mommsen hat hierüber die vortrefflichsten und umfassendsten Berichte gegeben, welche aber nicht in unseren Bereich, in den der Kupferlegirungen, gezogen werden können.

Ich komme aber auf jene Kupfermünzen zurück, welche weder verzinnt noch versilbert waren, und dennoch einen gewissen Silbergehalt zeigen.

Ich habe dergleichen Münzen untersucht, deren Gepräge noch so scharf war, dass ein Silber- oder Zinnüberzug, wäre er vorhanden gewesen, jedenfalls noch hätte wahrnehmbar sein müssen. Aber das war nicht der Fall und dennoch enthielten sie Silber.

Durch das sogenannte Weisssieden aber lässt sich eine nur halbweg dem Silber ähnliche Farbe nicht hervorbringen bei einem Kupfer, welches nur 3, 4 oder 5 Procente Silber enthält, selbst eine Legirung, welche mir vorliegt, die 6 Procente Silber enthält und mit möglichster Sorgfalt behandelt, d. h. weissgesotten wurde, sieht messingähnlich aus und wird von Niemand für Silber angesehen werden. Hiezu kommt noch, dass silberhaltiges Kupfer, wenn es Zinn oder Blei enthält, auch bei grösserem Silbergehalte, leicht, ja fast unvermeidlich bald fleckig und unscheinbar wird.

Diese Art von silberhaltigen Münzen, welche ersichtlich weder versilbert noch verzinnt waren, waren also, nach dem so eben angeführten, ganz zuverlässig auch nicht weissgesotten, und ich wiederhole, dass ich deren Silbergehalt für zufällig, für unbewusst den Prägenden in die Münzen gekommen halte, sei diess nun durch Erze geschehen oder durch einen Um- oder Missstand bei der Herstellung des zum Ausmünzen bestimmten Metalles, welcher uns unbekannt ist.

Ich glaube ferner, dass diess derselbe Fall ist bei den Münzen, welche man mit einem Silber- oder Zinnüberzuge versah, wenn der Silbergehalt wieder nur so wenige Procente beträgt, dass derselbe auf keinerlei Weise eine silberähnliche Färbung bedingt, denn diese wenigen Procente konnten weder dem römischen Publikum von Nutzen sein, noch etwaige, wenn gleich zweifelhafte Gewissensbisse der Münzherrn oder Münzbeamten beschwichtigen.

Ich mache noch auf den bereits oben angedeuteten Umstand aufmerksam, dass zur Zeit der dreissig Tyrannen um 260 nach Chr. der Zinkgehalt der römischen Münzen plötzlich verschwindet oder wenigstens bedeutend verringert erscheint, während gleichzeitig die geringen Silbermengen aufzutreten anfangen. Ziemlich unbefangen lässt sich dies in Beziehung bringen mit einer veränderten Bezugsquelle der Erze, oder vielleicht mit mehrfachen Verlegungen der Münzorte.

Byzantiner.

Mit Ausnahme einer einzigen Untersuchung von Commaille (Theodosius) habe ich keine Analyse byzantinischer Kaisermünzen in den mir zu Gebot stehenden Quellen finden können, und ich bin daher einzig auf meine eigene Arbeit beschränkt.

Zeigt diese gleich wohl auch nicht unbedeutende Lücken, welche be-

*) Geschichte des römischen Münzwesens von Th. Mommsen. Berlin, Weidmann'sche Buchhandlung 1860. Die in den Tabellen in fortlaufender Reihe von Victorinus bis Maximinianus angegebenen Silbergehalte sind aus Mommsen entlehnt.

dingt sind durch die Seltenheit mancher Byzantischer Kupfermünzen, so ergeben sich doch ziemlich ungezwungen folgende Schlüsse:

Mit dem Beginn der Morgenländischen Kaiser fällt der Zinngehalt der Kupfermünzen auf bemerkbare Weise, so, dass er mit wenig Ausnahmen als ein zufälliger betrachtet werden kann. Diese Ausnahmen sind: Die Nr. 9 Justinus 4.40 pCt. — Nr. 14 Justinus 4.80 pCt. Nr. 15 und 16, Mauritius 6.50 und 5.33 pCt. und endlich Nr. 23, Theophilus mit 5.33 pCt.

Nicht so auffällig sinkt der Zinkgehalt, doch ist derselbe jedenfalls geringer als unter den letzten Jahrhunderten der römischen Kaiser.

Unbedingt die stärkste Abnahme zeigt das Blei, beide Metalle aber finden sich jedenfalls wieder in den bereits oben angeführten stark zinnhaltigen Münzen Nr. 9 5.73 Blei. Nr: 15 6.89 Zink und 6,12 Blei. Nr. 16 7.50 Zink und 7.00 Blei, und Nr. 23 5.40 Zink und 7.10 Blei.

Es liegt auf der Hand, dass man bei diesen Münzen entweder beabsichtigte eine bronzeähnliche Legirung zum Ausmünzen herzustellen, oder dass man ältere, zu irgend einem andern Zwecke dargestellte Metallmassen umschmolz und ausmünzte.

Das Silber fehlt mit zwei Ausnahmen in der ganzen Reihe gänzlich.

Die Unvermeidlichen, Eisen und Nickel, zeigen sich auch bei den Byzantinern, wie in jedem Kupfer und in jeder seiner Legirungen, und eben so werden die Spuren von Antimon und die seltenen von Kobalt, Arsen und Schwefel hie und da gefunden.

Ich glaube hieraus den Schluss ziehen zu dürfen, dass man mit Ausnahme der so eben besprochenen Fälle beabsichtigte reine Kupfermünzen zu prägen, im Gegensatze zu den Römern, welche häufig das Kupfer zu »verbessern« suchten. Wenn man einen Blick auf die Tabellen wirft, so wird man in der That wahrnehmen, dass bei den Byzantinern die Reihe, welche die Kupfergehalte bezeichnet, grössere Zahlen enthält, als jene der römischen Kaiser.

Schmuck, Waffen, Geräthe.

Die wenigen Untersuchungen anderer Chemiker, welche mir vorlagen, und die geringe Zahl meiner eigenen Analysen, abermals hervorgegangen aus dem spärlichen, mir trotz, aller angewendeten Mühe, zu Gebot stehenden Materiale, lassen auch diese zu besprechende Reihe nur als eine höchst kurz gefasste erscheinen.

Gut stimmen indessen die einzelnen Glieder derselben unter sich.

Was die Spiegel betrifft, so bestehen dieselben der Hauptmasse nach aus Kupfer, Zinn, in den vorliegenden Fällen 19 bis 28 pCt. und circa 6 pCt. Blei. Nr. 1, Souchay, mit 17, Blei kann als eine muthmasslich geringe Qualität bezeichnet werden, die drei übrigen aber sind Bronze und entsprechen zo ziemlich, in Bezug auf den Zinngehalt, dem Spiegelmetalle der Gegenwart, welches 30 bis 35 pCt. Zinn enthält*).

---

*) Ludwig fand in einem sehr guten Hohlspiegel 69 Kupfer, 28 Zinn, Arsen Spur. Ein Spiegel im physikalischen Kabinete in Braunschweig ergab 65.15 Kupfer, 32.78 Zinn. In einem chinesischen Spiegel hingegen fanden Kampmann und Stengel: 80.8 Kupfer, 9.5 Blei und 8.5 Antimon. Trotz dem war der Spiegel ausgezeichnet. Die Chinesen machen eben viele Dinge anders, wie andere Leute, und merkwürdiger Weise gelingt es ihnen nicht selten besser als diesen.

Bei den Schmuckgegenständen überwiegt das Zink. Es kam hier darauf an eine goldgelbe Farbe des Metalles zu erzeugen, und sie können als Messing betrachtet werden. Die Schnalle Nr. 8, Fellenberg, macht eine Ausnahme, und war wahrscheinlich mehr zum wirklichen Gebrauche, als zum Schmucke bestimmt.

Wieder Bronze sind die Schwertklingen, doch mit weniger Zinngehalt als die Spiegel, wohl um zwar möglichst hart, aber nicht spröde zu werden.

Die Metallplatte Nr. 20, am Fussgestelle der Dea Artio, ist Messing, und trägt selbst diese Bezeichnung: Aurochalcum.«

Wirft man einen Blick auf die Bestandtheile der Statuen und Statuetten, so wird so ziemlich das oben von Plinius angegebene Recept gerechtfertigt. Es ist mir einigermassen aufgefallen, dass, bei den Statuetten wenigstens, nicht Zink zugesetzt war um das Metallgemenge glänzender zu machen und ihm die beliebte Messingfarbe zu geben, allein man scheint sich zum Gusse derselben so ziemlich der Legirung bedient zu haben, welche man bei grösseren Statuen anwendete. Selbstverständlich will ich das nicht für alle und selbst nicht für die Mehrzahl von Statuetten als Regel aufstellen.

Bezüglich des Alters der untersuchten Gegenstände, so scheinen die Statuetten, wenigstens die von mir untersuchten, einer guten Periode der römischen Kunst anzugehören.

Wenn es wahr ist, dass zu Plinius Zeiten sich bereits die Mägde silberner Spiegel bedienten, kann die Zeit des Gusses der untersuchten ebenfalls eine vorchristliche sein, eben so wie die der Schmuckgegenstände, über welche überhaupt ich schon oben meine Ansicht ausgesprochen habe.

Zuverlässig ziemlich alt sind die Fragmente der Schwerter und jedenfalls aus einer Zeit, in welcher zu Waffe und Werkzeug das Eisen noch wenig oder gar nicht im Gebrauche war.

Die Kupferlegirungen aus Griechenland, Macedonien, Sicilien, Carthago.

Der Metalle, welche den Griechen bekannt waren, oder muthmasslich bekannt gewesen sein mögen, wurde bereits oben gedacht, wenn gleichwohl nicht zu leugnen ist, dass die Streiflichter, welche auf diese Metall-Kenntniss fallen, zum Theil ziemlich mystischer, oder poëtischer Art sind, ganz abgesehen von deren Spärlichkeit.

Spärlicher sind noch die Notizen, welche meines Wissens wenigstens in Bezug auf die Behandlung dieser Metalle uns aufbewahrt worden sind, wenn wir gleichwohl wissen, dass man in Griechenland bereits Münzen prägte und Statuen fertigte, während die Römer sich noch ungestempelte Kupferbarren zuwogen und wohl nur wenig an irgend eine Art von Plastik dachten.

Freilich sind die Namen vieler berühmter griechischer Künstler in der Geschichte verzeichnet, und Plinius zum Beispiel erzählt uns vielerlei von ihnen und von ihren Werken, was wahrscheinlicher klingt als Manches andere seiner Berichte. Ja sogar ein Theil dieser gefeierten Werke selbst ist noch vorhanden und wird in unsern Museen bewundert.

Aber während man die Form verehrte und die Namen priess, hat man das Material vernachlässigt. Es ist keine Ueberlieferung zu uns gedrungen, welche die Art und Weise des Formens und Giessens angäbe, und eben so wenig liegen Nachrichten vor über die Mischung der Erze und über die Zusammensetzung der Bronze selbst.

Auffälliger Weise hat man sich aber auch in unserer Zeit nur wenig um diese Zusammensetzung gekümmert, und während die Philologen mit lobenswerthem Eifer die griechische Sprache zergliederten, und misstrauisch jedes einzelne Wort durchsuchten, ob nicht noch irgend eine versteckte Schönheit in demselben verborgen wäre, haben es nur wenige Chemiker der Mühe werth gefunden die griechische Bronze zu untersuchen.

Indessen mag es Andern wie mir selbst ergangen, und die Beschaffung des Materials allzu schwierig gewesen sein.

Ein gleiches Schicksal haben, neben den griechischen Colonien, Macedonien und Carthago, und ich habe beide Griechenland angereiht, da eine eigene Reihe, ihrer Mangelhaftigkeit wegen, an und für sich unmöglich gewesen wäre.

Warum ich die Pflanzstädte der Griechen am Pontus Euxinus hier nicht anführte, ist darin begründet, weil ich die ganze aus Russland erhaltene Suite von Bronzen in eine Reihe zusammen stellen wollte.

Ich wiederhole in diesem Bezuge, was ich bereits Eingangs des vorliegenden Schriftchens erwähnte, dass ich nämlich die Funde und Ausgrabungen, und die untersuchten Bronzen, wo möglich nach der Landschaft zusammenstelle, nach dem Fundorte.

Das ist freilich nicht stets thunlich, aus ins Auge springenden Gründen aber immer noch eher, als eine Ordnung nach politischer Eintheilung, welche theils häufigem Wechsel unterworfen war, während die Bronzen leider nur selten eine Jahreszahl führen, oder den Stempel des Gouvernements, und weil auf der andern Seite diese politische Eintheilung selbst nicht immer vollständig klar vorliegt, ja nicht selten sogar gänzliche Dunkelheit herrscht bezüglich des Volkes, dem dieser oder jener Fund angehört haben mag.

Unter zwei Missständen habe ich also den gewählt, welcher mir der geringste schien.

Ich lasse jetzt die Ergebnisse der Analysen folgen.

Nr.	Zeit der Prägung.	Bemerkungen.
1	Die Nummern 1 bis 22, Münzen griechischer Städte, ungefähr 400 Jahre vor Christus.	Bruch grau. Schnitt gelb, brüchig. Totalgewicht 16.30.
2		B. und S. röthlich, zähe. Totalg. 4.80.
3		B. und S. gelblich, ziemlich fest. Totalg. 7.50,
4		B. grau. S. gelb, brüchig. Totalg. 7.25.
5		B. grau. S. gelb, brüchig. Totalg. 1.89.
6		B. grau, gemengt mit gelben Streifen. S. gelb. Totalg. 4.55.
7		B. grau. S. gelb, brüchig. Totalg. 3.50.
8		B. röthlich. S. gelb, brüchig. Totalg. 4.90.
9		B. grau. S. gelb, brüchig. Totalg. 4.65.
10		B. grau. S. gelb, brüchig. Totalg. 1.15.
11		B. röthlich, höchst feinkörnig. S. gelb, fest. Totalg. 3.20.
12		B. grau. S. gelb, höchst brüchig. Totalg. 7.20.
13		B. röthlich. S. gelb, ziemlich fest. Totalg. 7.18.
14		B. röthlichgrau. S. röthlichgelb, ziemlich fest. Totalg. 5.10.
15		B. röthlich. S. gelb, ziemlich fest. Totalg. 4.58.
16		B. grau. S. gelb, brüchig. Totalg. 4.80.
17		B. gelblich. S. gelb, fest. Totalg. 5.02.
18		B. grau. S. gelb, brüchig. Totalg. 2.03.
19		B. graugelb. S. gelb, ziemlich fest. Totalg. 1.99.
20		B. gelb. S. gelb, fest. Totalg. 3.22.
21		B. röthlich. S. rothgelb, fest. Totalg. 2.10.
22		B. gelb. S. gelb, fest. Totalg. 5.00.
23	Die Nummern 23 bis 50, Münzen griechischer Städte, 300 bis circa 150 vor Christus.	B. grau. S. gelblich, ziemlich brüch. Totalg. 7.60.
24		B. u. S. gelblich. Sehr brüchig. Totalg. 7.18.
25		B. grau. S. rothgelb, brüchig. Totalg. 10.47.
26		B. grau. S. hellgelb, höchst brüchig. Totalg. 5.90.
27		B. u. S. hellgelb, sehr fest. Totalg. 10.40.
28		B. und S. hellgelb, fest. Totalg. 8.80.
29		B. röthlichgrau. S. gelb, brüchig. Totalg. 5.90.
30		B. röthlichgrau. S. gelb, brüchig. Totalg. 7.50.
31		B. grau. S. hellgelb, sehr brüchig. Totalg. 9.00.
32		B. rothgrau. S. gelb, brüchig. Totalg. 7.35.
33		B. rothgrau. S. gelb, ziemlich fest. Totalg. 8.25.
34		B. röthlich. S. gelb, brüchig. Totalg. 4.76.
35		B. grau. S. gelb, brüchig. Totalg. 11.500.
36		B. grau. S. gelb, brüchig. Totalg. 8.05.
37		B. grau. S. gelb, brüchig. Totalg. 5.90.
38		B. und S. gelb, ziemlich fest. Totalg. 8.97.
39		B. grau. S. gelb, brüchig. Totalg. 5.90.
40		B. und S. gelb, ziemlich fest. Totalg. 4.80.
41		B. grau. S. gelb, brüchig. Totalg. 5.87.
42		B. graugelb. S. gelb, brüchig. Totalg. 6.70.
43		B. gelb. S. gelb, höchst brüchig. Totalg. 6.20.
44		B. grauweiss. S. gelb. höchst br. Totalg. 5.65.

Münzen.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Antimon	Arsen	Nickel	Kobalt	Schwefel	Analytiker
95.16	2.87	0.30	0.83	—	0.42	Spur	—	0.40	0.02	—	Bibra.
97.83	0.62	Spur	0.62	—	0.62	Spur	—	0.31	—	—	Bibra.
89.39	9.70	—	0.86	—	Spur	—	—	0.05	Spur	Spur	Bibra.
93.96	4.84	—	0.70	—	Spur	—	—	0.50	—	—	Bibra.
85.62	11.43	0.33	2.52	—	Spur	—	—	0.10	—	—	Bibra.
90.92	7.86	—	0.70	—	0.20	Spur	—	0.32	—	Spur	Bibra.
90.80	8.76	—	Spur	—	0.14	Spur	—	0.30	—	—	Bibra.
87.94	10.91	—	0.84	—	0.06	—	—	0.25	—	Spur	Bibra.
90.60	7.82	—	1.58	—	Spur	Spur	Spur	Spur	—	—	Bibra.
92.38	6.59	Spur	0.96	—	0.07	Spur	—	Spur	—	Spur	Bibra.
81.26	16.80	—	0.81	—	0.83	—	—	0.30	Spur	—	Bibra.
94.07	4.44	—	1.20	Spur	0.11	Spur	Spur	0.18	—	Spur	Bibra.
89.45	10.00	—	0.43	—	0.12	Spur	—	Spur	—	Spur	Bibra.
92.15	6.35	Spur	1.31	Spur	0.07	—	—	0.12	—	—	Bibra.
91.11	8.11	—	0.44	—	0.13	—	—	0.21	—	—	Bibra.
92.42	6.44	0.25	0.51	—	0.30	—	—	0.08	Spur	—	Bibra.
86.72	12.33	—	0.73	—	Spur	Spur	—	0.22	—	—	Bibra.
89.85	9.43	—	0.72	—	Spur	—	—	Spur	—	Spur	Bibra.
91.22	7.72	Spur	0.36	—	0.70	Spur	—	Spur	—	Spur	Bibra.
87.08	10.12	0.70	1.20	—	0.70	Spur	—	0.20	Spur	Spur	Bibra.
91.07	8.31	Spur	0.09	—	0.12	—	—	0.41	—	—	Bibra.
83.26	15.20	—	0.91	—	0.30	—	—	0.33	—	—	Bibra.
85.82	7.34	0.07	6.67	—	Spur	Spur	—	0.10	Spur	—	Bibra.
89.83	6.87	0.64	0.86	0.40	0.33	1.07	—	Spur	—	Spur	Bibra.
89.15	8.50	—	1.82	—	0.53	—	—	Spur	—	—	Bibra.
88.99	9.03	0.23	0.95	—	Spur	Spur	—	0.80	Spur	—	Bibra.
85.01	13.65	0.48	0.76	—	Spur	Spur	—	0.10	Spur	Spur	Bibra.
82.78	10.36	—	5.77	—	0.80	0.07	—	0.22	—	—	Bibra.
40.76	8.65	—	Spur	—	0.49	0.10	—	Spur	—	—	Bibra.
87.29	11.29	—	0.80	—	0.12	—	—	0.40	—	0.10	Bibra.
84.11	10.83	—	4.39	Spur	0.09	Spur	Spur	0.58	—	—	Bibra.
82.32	10.84	0.33	6.00	0.09	Spur	—	—	0.42	—	Spur	Bibra.
87.91	8.97	—	2.88	—	Spur	Spur	—	0.24	—	—	Bibra.
94.31	2.50	0.73	1.76	—	0.25	Spur	—	0.51	—	—	Bibra.
78.97	14.79	—	5.62	—	0.34	0.07	—	0.21	—	Spur	Bibra.
85.50	7.37	—	6.40	—	0.24	0.12	Spur	0.37	—	—	Bibra.
87.71	11.89	—	Spur	—	Spur	Spur	—	0.40	—	—	Bibra.
86.59	12.05	0.73	Spur	—	0.30	Spur	—	0.33	—	Spur	Bibra.
77.03	7.44	—	14.86	—	0.27	Spur	—	0.40	—	—	Bibra.
85.75	13.06	—	0.88	—	0.11	—	—	0.20	—	—	Bibra.
87.52	11.84	1.42	Spur	Spur	Spur	Spur	—	0.22	—	Spur	Bibra.
85.16	12.09	0.00	0.15	—	0.20	Spur	—	0.28	—	0.12	Bibra.
86.13	13.02	—	1.22	—	Spur	Spur	—	0.43	Spur	—	Bibra.
86.18	5.63	—	7.54	—	0.25	0.10	Spur	0.30	Spur	—	Bibra.

A. Griechische

Nr.	Zeit der Prägung.	Bemerkungen.
45		B. grauweiss. S. gelb, höchst br. Totalg. 6.80.
46		B. grau. S. gelb, höchst brüchig. Totalg. 6.60.
47		B. grau. S, gelb, brüchig. Totalg. 5.19.
48		B. rothgrau, blättrig. S. gelb, höchst brüchig. Totalg. 7.35.
49		B. grau. S. gelb, brüchig. Totalg. 3.80.
50	Münze von Kroton.	B. röthlich. S. gelb, feinkörn., fest. Totalg. 3.91.
51	Alt Attische Münze. Nr. 51 bis 55 von Professor Ross in Halle an Ort und Stelle gesammelt und bestimmt.	— — —
52	Attische Münze.	— — —
53	Desgleichen.	— — —
54	Atheniensische Münze aus der rö- Zeit.	— — —
55	Atheniensische Münze.	— — —
56	Ptolomäer Münze, aus dem Dorpater Museum.	Avers. Jupiterkopf. Revers: Adler.
57	Dieselbe.	Av. Jupiterkopf. Rev. Zwei Adler.
58	Altgriechische Münze, auf Sicilien gefunden.	— — —
59	Münze v. Neapolis.	Av. Apollokopf mit Lorbeerkranz. Rev. Minotauer, von fliegender Victoria gekrönte Schrift: *Νεοπολιτων*.
60	Münze der Kenturipiner.	Av. Jupiterkopf mit Diadem. Rev. Geflügelter Blitz. Schrift: *Κεντοριπινων*.
61	Münze der Mamertiner.	Av. Marskopf mit Helm. Rev. Stehender Soldat. Schrift: *Βρεττιων*.
62	Münze der Bruttier.	Av. Apollokopf mit Lorbeerkranz. Rev. Sitzender Soldat. Schrift: *Μαμερτινων*.

B. Münzen römischer Kaiser

Nr.	Zeit der Prägung.	Bemerkungen.
63	Antiochia in Pisidien. Trajanus.	B. grauroth. S. gelb, brüchig. Totalg. 7.55.
64	Desgleichen.	B. rothgelb. S. gelb, ziemlich fest. Totalg. 8.00.
65	Alexandria. Hadrianus.	B. grau. S. gelb, sehr brüchig. Totalg. 11.25.
65	Desgleichen.	B. grau. S. gelb, sehr brüchig. Totalg. 11.31.
67	Desgleichen.	B. u. S. gelb, fest. Totalg. 7.99.
68	Nicäa in Bithynien. Heliogabalus.	B. u. S. gelb, ziemlich fest. Totalg. 3.25.

Münzen.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Antimon	Arsen	Nickel	Kobalt	Schwefel	Analytiker
81.88	9.00	—	8.64	—	0.22	Spur	—	0.26	—	Spur	Bibra.
83.63	5.00	—	10.44	—	Spur	0.30	—	0.63	—	—	Bibra.
87.77	8.18	Spur	3.32	Spur	0.29	—	—	0.44	—	—	Bibra.
75.63	9.04	Spur	14.76	—	0.27	Spur	—	0.30	Spur	Spur	Bibra.
86.0 7	8.65	0.63	3.59	—	Spur	0.34	0.22	0.50	—	Spur	Bibra.
88.9 2	6.72	Spur	4.16	—	Spur	Spur	—	0.20	—	—	Bibra.
88.5	10.0	—	1.5	—	—	—	—	—	—	—	A. Mitscherlich
87.89	11.58	—	—	—	0.27	—	—	—	—	—	Ulich.
88.81	9.61	—	—	—	1.18	—	—	—	—	—	Heldt.
76.41	7.05	—	16.54	—	—	—	—	—	—	—	A. Mitscherlich u. E. Schmidt.
83.62	10.85	—	5.53	—	—	—	—	—	—	—	R. Wagner.
90.75	9.25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
85.55	6.95	—	7.45	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
97.5	2.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Dizé.
69.2	8.9	—	21.6	—	—	—	—	—	—	—	Klaproth.
85.6	8.3	—	6.5	—	—	—	—	—	—	—	Klaproth.
84.1	4.65	—	10.8	—	—	—	—	—	—	—	Klaproth
84.6	7.6	—	7.1	—	—	—	—	—	—	—	Klaproth.

in griechischen Provinzen geprägt.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Antimon	Arsen	Nickel	Kobalt	Schwefel	Analytiker
87.72	7.89	1.66	2.27	—	Spur	Spur	—	0.46	—	Spur	Bibra.
85.74	10.33	2.03	1.72	—	0.11	—	—	0.07	—	—	Bibra.
82.48	6.00	—	10.91	—	0.30	—	—	0.31	—	Spur	Bibra.
82.37	5.03	—	11.36	—	1.17	Spur	—	0.07	Spur	Spur	Bibra.
85.48	5.73	6.33	1.53	—	0.21	Spur	—	0.72	—	—	Bibra.
79.27	2.71	16.33	0.73	—	0.43	—	—	0.53	—	—	Bibra.

C. Macedonische

Nr.	Zeit der Prägung.	Bemerkungen.
69	Alexander der Grosse. 336—324 vor Chr.	B. röthlichgelb. S. gelb, feinkörnig, sehr fest. Totalg. 5.55.
70	Derselbe.	B. röthlichgelb. S. gelb, feinkörnig, fest. Totalg. 6.00.
71	Derselbe.	B. röthlichgelb. S. gelb, feinkörnig, fest. Totalg. 5.73.
72	Derselbe.	— — — (Spur Gold.)
73	Derselbe.	— — — (Spur Gold.)
74	Philipp III. 324—317 vor Chr.	B. u. S. hellgelb, feinkörnig, sehr fest. Tot. 5.20.
75	Derselbe.	B. u. S. hellgelb, feinkörnig, sehr fest. Tot. 6.01.
76	Alexander IV.	B. u. S. hellgelb, feinkörnig, sehr fest. Tot. 6.07.
77	Derselbe.	B. u. S. hellgelb, feinkörnig, sehr fest. Tot. 7.30.
78	Antiochus gonatus 276—243 v. Ch.	B. röthlich, blättrig. S. hellgelb, weniger fest als die vorigen. Totalg. 4.80.
79	Derselbe,	B. u. S. hellgelb, feinkörnig, fest. Totalg. 6.21.
80	Philippus V. 220—178 v. Chr.	B. u. S. hellgelb, höchst feinkörnig u. fest. Totalg. 6.60.
81	Philipp von Macedonien.	Avers: Apollokopf, Rev. Reiter.
82	Philipp von Macedonien. (Grössere Münze sls die vorige.)	Avers: Apollokopf, Rev. Reiter.
83	Macedonischer König. (Unbest.)	— — —
84	Desgleichen.	B. u. S. hellgelb, höchst feinkörnig u. fest. Totalg. 4.85.
85	Desgleichen.	B. u. S. hellgelb, höchst feinkörnig u. fest. Totalg. 5.02.
86	Desgleichen.	B. röthlich. S. hellgelb, mittelmässig fest. Totalg. 6.30.
87	Desgleichen.	B. u. S. gelb, feinkörnig, sehr fest. Tot. 7.00.
88	Alexander d. Grosse 336—324 v. Ch.	Absolut. Gewicht. 108 Grains. Sp. Gew. 8. 60.
89	Philippus III. 324—317 v. Ch.	Avers. Kopf. Revers. Reiter. Abs. Gew. 83.3 Grains. Sp. Gem. 8.71.
90	Philippus V. 220—178 v. Ch.	Absolut. Gew. 164 Grains. Sp. Gew. 8. 8.59.

D. Sicilien.

Nr.	Zeit der Prägung.	Bemerkungen.
91	Hiero I. König v. Syrakus 478 v. Ch.	Das Metall: gelb, glänzend, dichtes Korn, hart. Sp. Gew. 8.72.
92	Hiero I. (?)	Av. Jünglingkopf mit Diadem. Rev. Reiter mit Speer Schrift: *Ιερωνος*.
93	Syrakusische Münze.	Av. Apollokopf. Rev. delphischer Dreifuss, Schrift: *Συρακοσιων*.
94	Hiero I. König v. Syrakus 478 v. Ch.	B. u. S. röthlich, ziemlich fest. Totalg. 16.00.
95	Dieselbe.	B. röthlich. S. gelb, fest. Totalg. 15.23.
96	Agathokles 317—289 v. Ch.	B. rothgrau. S. gelb, ziemlich fest. Tot. 6.10.
	Dieselbe.	B. u. S. gelb, fest, Totalg. 5.88.
97	Münze von Panormus (Palermo.)	B. röthlich. S. gelb, sehr feinkörnig und fest.
98		Totalg. 2.52.
99	Dieselbe.	B. röthlich. S. gelb, feinkörnig, fest. Tot. 3.00.
100	Münze von Carthago.	B. grau. S. röthlich, sehr brüchig. Tot. 1.37.
101	Dieselbe.	B. grau. S. röthlich, sehr brüchig. Tot. 1.56.

Münzen.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Antimon	Arsen	Nikel	Kobalt	Schwefel	Analytiker
87.72	11.70	—	Spur	—	0.27	Spur	—	0.38	—	—	Bibra.
85.04	14.34	—	0.30	—	0.12	—	—	0.20	—	—	Bibra.
88.25	9.71	Spur	1.00	—	0.87	Spur	—	0.17	—	—	Bibra.
96.0	3.2	—	0.8	—	—	—	—	—	—	—	E. Schmid
86.762	10.242	—	2.311	—	—	—	—	—	—	—	R. Wagne
85.12	12.17	2.30	Spur	—	0.07	—	—	0.34	—	Spur	Bibra.
84.25	14.55	—	0.98	—	0.22	Spur	—	Spur	—	—	Bibra.
86.44	12.28	0.62	0.27	—	0.11	Spur	—	0.28	Spur	—	Bibra.
90.63	5.17	1.23	2.44	Spur	0.13	—	—	0.40	—	—	Bibra.
90.78	6.88	—	1.82	—	0.46	—	—	0.06	—	—	Bibra.
84.53	13.77	Spur	1.34	Spur	Spur	Spur	—	0.36	—	Spur	Bibra.
85.77	12.67	—	0.99	—	0.07	—	—	0.50	—	Spur	Bibra.
85.35	13.10	—	1.42	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
83.80	14.74	—	1.42	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
87.95	11.44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	O. Monse
89.44	10.56	—	Spur	—	Spur	—	—	Spur	—	—	Bibra.
86.39	12.73	—	0.53	Spur	0.13	Spur	—	0.22	—	—	Bibra.
88.56	10.31	Spur	0.73	—	Spur	—	—	0.40	—	Spur	Bibra.
89.30	8.88	—	1.14	—	0.56	—	—	0.12	—	—	Bibra.
86.78	12.99	—	—	—	—	—	—	—	—	0.06	Phillips.
10.27	9.43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Phillips.
85.15	11.12	—	2.85	2.42	—	—	—	—	—	Spur	Phillips.

Carthago.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Antimon	Arsen	Nikel	Kobalt	Schwefel	Analytiker
94.15	5.49	—	—	—	0.32	—	—	—	—	—	Phillips.
87.20	4.87	—	7.45	—	—	—	—	—	—	—	Klaproth.
83.02	6.08	—	10.80	—	—	—	—	—	—	—	Klaproth.
95.20	2.26	—	—	—	1.51	—	—	1.03	Spur	—	Bibra.
92.87	6.60	—	—	—	Spur	—	—	0.53	—	—	Bibra.
81.35	14.08	3.72	0.42	—	0.10	Spur	Spur	0.33	—	Spur	Bibra.
85.71	12.73	—	1.13	Spur	0.06	—	Spur	0.37	—	—	Bibra.
94.33	5.50	—	Spur	—	Spur	Spur	—	0.17	—	Spur	Bibra.
94.45	4.38	—	0.74	—	Spur	—	—	0.43	—	—	Bibra.
94.86	2.01	—	1.50	0.12	Spur	1.03	—	0.48	—	—	Bibra.
92.06	3.71	—	3.81	—	0.11	Spur	—	0.31	—	—	Bibra.

Nr.	Gegenstand.	Bemerkungen.
1	Fragment einer griechichen Waffenrüstung.	Aus einem griechischen Grabe auf Sicilien.
2	Vase.	Aus einem griechischen Grabe im Neapolitanischen.
3	Metallmasse des Viergespannes von Chio.	— — —
4	Statue. Weibliche Figur.	Aus dem Kunstmuseum zu Dorpat.
5	Blechfragment von Kertsch in der Krimm.	Aus dem Louvre in Paris. Muthmasslich einseitig verzinnt.
6	Fragment. Gegenstand: Unbestimmbar.	Mit glänzender, blaugrüner Patina überzogen.
7	Spiegel.	Aus einem Grabe im Neapolitanischen.
8	Statuette. Weibliche Figur.	62 M. M. hoch. Braun patinirt.
9	Fragment einer Statuette.	Graugelber Bruch, unreiner, blasiger Guss.
10	Desgleichen.	Graugelber Bruch, Schnitt gelb, blasiger Guss.
11	Fragment einer Vase.	Stark oxydirtes Blech.

Geräthe etc.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Antimon	Arsen	Nickel	Kobalt	Schwefel	Analytiker
8.9	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Klaproth.
8.6	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Klaproth.
99.3	0.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Klaproth.
88.54	11.46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
66.80	21.70	—	11.36	—	0.09	—	—	—	0.05	—	Fellenberg.
98.00	0.07	—	1.56	0.04	0.04	—	—	0.29	—	—	Fellenberg.
62	32	—	6	—	—	—	—	—	—	—	Klaproth.
88.51	10.13	—	—	Spur	1.02	Spur	—	0.34	—	Spur	Bibra.
80.91	10.13	0.31	5.25	—	Spur	—	—	0.12	—	Spur	Bibra.
89.96	9.22	—	—	—	0.44	Spur	—	0.38	—	—	Bibra.
87.42	10.03	—	1.72	—	0.33	—	—	0.50	—	—	Bibra.

Die Kupferlegirungen aus Griechenland, Macedonien etc.

A. Die Münzen aus Griechenland.

Uebersicht.

Wenn man einen übersichtlichen Blick auf die vorstehenden Tabellen wirft, so stellt sich heraus, dass die Griechen keine Kupfermünzen zu prägen beabsichtigten, sondern wirkliche Bronze, eine Legirung aus Kupfer und Zinn herstellen wollten und auch wirklich herstellten, denn es findet sich bei allen untersuchten Exemplaren nur ein einziges mit so bedeutendem Kupfergehalte, dass die übrigen Metalle nur als zufällige Bestandtheile, als Verunreinigung des Kupfers betrachtet werden dürften. Diese Ausnahme ist Nr. 2 der Tabelle (Bibra) vielleicht auch Nr. 59 (Dizè), obgleich hier 2.5 pCt. Zinn angegeben sind.

Im Gegensatze zu dieser Prägung der Griechen tritt jene der Römer, im ersten Jahrhunderte unserer Zeitrechnung auf, wo unter Caligula, Nero, Vespasian und Domitian offenbar reine Kupfermünzen geprägt werden sollten und (mit 99.0 und 99.5 pCt. Kupfer) auch wirklich geprägt wurden.

Einen weiteren Gegensatz zwischen den Münzlegirungen der Griechen und Römer bildet der Bleigehalt derselben.

Den Uranfängen des römischen Münzwesens, dem As, wurde absichtlich Blei in ziemlichen Quantitäten zugesetzt, und dieser Bleigehalt wird gefunden bis Augustus. Von diesem Kaiser an verschwindet er mit sehr seltenen Ausnahmen und die höchst geringen Bleimengen, welche jetzt in den Münzen auftreten, sind als zufällig, als Verunreinigungen zu betrachten, bis endlich, 180 oder 200 Jahre nach Christus, die Bleimenge der römischen Münzen wieder steigt und von dort an unbedingt als absichtlicher Zusatz anzusehen ist.

Bei den älteren griechischen Münzen, welche mir zu Gebot standen, 400 vor Christus, findet sich gerade den römischen aus fast gleicher Periode entgegengesetzt, ein höchst geringer und jedenfalls als Verunreinigung zu betrachtender Bleigehalt. In den folgenden Jahrhunderten aber steigt derselbe, und wenn auch einzelne der Münzen aus dieser Zeit geringe und nur zufällige Bleimengen zeigen, so mag doch keck ausgesprochen werden, dass man der überwiegenden Menge derselben absichtlich grössere Bleiquantitäten zusetzte. Man kann, wie die Tabellen zeigen, annehmen, dass dieser Bleigehalt den Münzen auf Kosten des Kupfers zugesetzt worden ist, das will sagen, dass die Menge

des letztern sich in der betreffenden Periode durchschnittlich verringert, durch Blei ersetzt wird, während der Zinngehalt der Münzen derselbe bleibt und fast noch eher steigt, als fällt.

Das Zink fehlt nach meinen Untersuchungen nicht gänzlich, und nicht selten finden sich Spuren desselben, zuverlässig aber ist dasselbe kein absichtlicher Zusatz, und jedenfalls als zufällige Beimengung zu betrachten, während bei den Römern, in der Kaiserzeit und bis zu Gallienus, ziemlich bedeutende Mengen absichtlich dem Münzmetalle zugefügt wurden.

Silber tritt in den Münzen der Griechen nur selten und da nur als geringe Spur auf.

Geringe Mengen von Nickel und Eisen fehlen nach meinen Untersuchungen nie, auch Spuren von Antimon finden sich ziemlich häufig, mögen aber so wie das selten auftretende Kobalt, und wie Arsen und Schwefel, für die hier in Rede stehende Reihe der griechischen Münzen wenigstens, so gut wie für die römischen als ohne besondere Bedeutung angesehen werden.

Dagegen mag als bezeichnend für die griechischen Münzen das nie fehlende Zinn angenommen werden, und der anfänglich fehlende, dann aber stetig auftretende Bleigehalt.

Was »B. die Münzen römischer Kaiser in griechischen Provinzen geprägt,« betrifft, so erlaubt die geringe Anzahl der mir zu Gebot stehenden kaum einen sicheren Schluss, vielleicht aber kann man annehmen, dass mit Ausnahme von Nr. 66 und 67 die Münzen weniger »in«, als »für« die Provinzen und in Rom geprägt wurden, und das zwar des Zinkgehalts derselben wegen. Was die beiden eben bemerkten Nummern betrifft, so ist der starke Bleigehalt derselben freilich auffällig, da gerade zu Hadrians Zeit sich in den römischen Münzen nur sehr wenig Blei befand. Es ist also denkbar, dass diese Münzen wirklich in Alexandrien geprägt worden sind *).

Die auf Sicilien geprägten Münzen sind, wie die vorausgeschickte Reihe, ebenfalls als Bronze zu betrachten, welche einen mehr oder minder grossen Zinngehalt besitzt (einmal Nr. 95, 2,26 pCt.), bis auf einen Fall aber zinkfrei ist (Nr. 97), und von Blei nur als zufällige Beimengung zu betrachtende Mengen enthält, mit Ausnahme der von Klaproth untersuchten Nr. 93 und 94, welche freilich viel Blei enthalten.

Eben so kurz fällt, wegen mangelndem Materiale, die Uebersicht über die nicht numismatischen, griechischen Gegenstände aus, welche sich indessen der Hauptsache nach den Münzen sehr ähnlich verhalten. Sie sind als Bronze zu betrachten, welche zinkfrei ist und nur in einem einzigen Falle hat sich eine höchst unbedeutende Menge gefunden (Nr. 9, 0,31 pCt.). In bemerkbarer Menge wird Blei zweimal gefunden (Nr. 5 und 9), ohne dass indessen das Zinn fehlt, hingegen sind die Nr. 3 und 6 zuverlässig als das Bestreben zu bezeichnen mit reinem Kupfer zu arbeiten, was bei Nr. 3 auch vortrefflich gelungen scheint.

---

*) Wird bestätigt durch drei Münzen, welche ich zu spät erhielt, um sie in die Tabellen einreihen zu können, die aber nach dem Urtheile gründlicher Numismatiker als in Alexandrien geprägt anzunehmen sind. Es ist:

Hadrian, mit	Blei	12.28	Zinn	5.73	und Zink	0.40
Antoninus Pius, mit	»	11.07	»	6.78	» »	2.55
Gordius III. mit	»	7,13	»	4.01	» »	1.50

die freilich nur in geringer Zahl vorhandenen Analysen ägyptischer Bronzen, welche weiter unten folgen, bestätigen theilweise diesen Schluss.

C. Die macedonischen Münzen.

Abgesehen von den »Nebenbestandtheilen,« dem Nickel und Eisen, welche wohl selten in einer Kupferlegirung fruchtlos aufgesucht werden, und welche sich auch hier finden, können die macedonischen Münzen als Bronze mit einem ziemlich hohen Zinngehalte bezeichnet werden.

Blei findet sich fast in allen, jedoch offenbar als zufälliger Bestandtheil, und selbst in den drei Fällen Nr. 74 2.31 pCt. (R. Wagner), Nr. 78 2.44 pCt. (Bibra), und Nr. 91 2.85 pCt. (Phillips) mag wohl auch ein absichtlicher Zusatz kaum statt gefunden haben.

Aehnlich verhält es sich mit dem Zink, nur fehlt dasselbe, in der überwiegenden Anzahl von Fällen gänzlich und die 2,30 pCt., welche ich in Nr. 75 gefunden habe, sind sicherlich nicht mit Absicht zugesetzt worden.

Auffallend gering und eben so selten auftretend ist das Antimon, und noch seltner sind die Spuren von Silber.

Es sind nach dem oben Gesagten die macedonischen Münzen eine ächte Bronze.

Aber diese macedonische Bronze hat fast durchgängig eine Eigenschaft, welche dem überwiegenden Theile anderer, älterer von mir untersuchten Münzen nicht zukömmt.

Sie ist fest, zähe, und lässt sich nicht so leicht brechen, wie die meisten der römischen und griechischen Münzen und andere von dort stammende Bronzen, sondern ist biegsam, dabei höchst feinkörnig und offenbar eine gut und sorgfältig durchgeschmolzene Masse.

Ich glaube, dass vorzugsweise dieser Umstand die Haltbarkeit der macedonischen Bronze bedingt.

Die Brüchigkeit der antiken Kupferlegirungen wird durch verschiedene Momente bedingt.

Dass die Zusammensetzung des Metallgemisches einen bedeutenden Einfluss ausübt auf dessen mehr oder mindere Haltbarkeit liegt auf der Hand, aber dieser Einfluss wird durch Zeit und Umstände noch gesteigert. Kupferlegirungen zum Beispiel, welche ziemlich viel Blei enthalten, sind meist brüchig, und der Bruch ist dann fast immer grau. Unbedingt wird es aber auch auf die Lagerstätte ankommen, in welcher das Metall verborgen lag, auf die atmosphärischen Einflüsse, welche auf dasselbe einwirken konnten, und auf die Länge der Zeit, in welcher es denselben ausgesetzt war.

Von höchst bedeutendem Einflusse ist ferner das Korn der Legirung, dessen geringere oder grössere Porosität, welche letztere selbstverständlich das Fortschreiten der Oxydation gegen das Innere der Metallmasse in hohem Grade erleichtert und es brüchig macht.

Da aber nicht anzunehmen ist, dass alle von mir untersuchten macedonischen Münzen, welche ich von den verschiedensten Quellen bezog, unter gleich günstigen Verhältnissen aufbewahrt wurden, oder unter der Erde gelegen sind, so ist anzunehmen, dass das sorgfältige Zusammenschmelzen der Metallmasse, und das hiedurch bedingte feine Korn sie vorzugsweise gegen tief eindringende Oxydation schützte, und ihre bis auf unsere Zeit dauernde Haltbarkeit und Festigkeit bedingte.



Aegypten.

Nr.	Gegenstand.	Bemerkungen.
1	Statuette. Osiris.	Massiv gegossen. Farbe des Metalls blassgelb.
2	Statuette.	Hohlgegossen, mit Kernmasse gefüllt. Stark oxydirt.
3	Hohl gegossene Katze, eine Katzenmumie enthaltend.	Aus Kairo.
4	Dolch.	— — —
5	Statuette. Osiris. Muthmasslich: Ptolomäer Zeit,	14 CM. hoch, 112 Grm. Gewicht. Hohl gegossen. Der Einguss am Fusse mit einer harzigen Masse verschlossen. Der Kern: feiner Sand und Graphit. Ziemlich feste Masse.
6	Statuette. Osiris (?).	12 CM. hoch, 108 Grm. Gewicht. Hohl gegossen. Nur noch Spuren von Korn. B. grau, S. gelb, brüchig.
7	Statuette. Sitzende Iris.	14 CM. hoch, 138.5 Grm. Gewicht. Stark oxydirt. B. grau, S. hellgelb, höchst brüchig.
8	Statuette. (?).	10 CM. hoch, massiv, 131 Grm. B. u. S. röthlich grau, brüchig
9	Statuette. Fragment.	Höchst unreiner und blasiger Guss mit hellen und reichlichen Flocken. S. gelb, brüchig,
10	Statuette. Fragment. Nicht vollkommen sicher, ob ächt.	B. grau, S. gelb. Guss wie die vorige Nummer.
11	Fragment, muthmasslich v. einer grösseren Statue.	Hellgelbes Metall, unreiner, blasiger Guss.
12	Fragment, muthmasslich Schmuckgegenstand.	B. kupferroth, S. gelb, feinkörnig, fest.
13	Fragment. Ring.	B. röthlich, S. gelb, brüchig und stark oxydirt.
14	Fragment. Grösserer Ring. Spuren v. Gravirung.	B. u. S. gelb, ziemlich fest.
15	Gekrümmtes Metallstäbchen.	B. u. R. rothgrau, höchst brüchig.
16	Desgl., aber stärker.	B. u. S. rothgrau, brüchig·
17	Desgl., wellenförmig gebogen.	B. u. S. gelb, ziemlich fest.
18	Blechfragment. Diese und die drei folgenden Nummern aus einem Mumiensarge.	Dünn, brüchig, stark oxydirt.
19	Desgleichen.	Etwa 1 MM. stark, hellgelb, ziemlich fest.
20	Münze. Ptolomäer-Zeit.	B. u. S. gelb, ziemlich fest. Totalgew. 6.30 Grm.
21	Münze. Fragment.	B. u. S. gelb, ziemlich fest.
22	Ptolomäus IX.	Av. bärtiges Haupt: Rev. Adler mit Blitz spröde, 337 Grains.

Ninive.

Diese von Fellenberg untersuchten Gegenstände sind aus dem brittischen Museum in London, und wurden von Loyard im nordwestlichen Palaste des

Nr.	Gegenstand.	Bemerkungen.
23	Graues, dickes Stäbchen.	9.5 CM. lang. Ovaler Durchschnitt mit 10 u. 8 MM. Stärke oxydirt, die Bronzfarbe ins Violette spielend.
24	Gekrümmtes Stäbchen.	9 CM. lang, runder Querschnitt.
25	Verzierung eines Hausgeräthes.	Ueber ein eisernes Stäbchen gegossen. Zähe, hämmerbar.
26	Randstück einer Schale.	Stark oxydirt, brüchig.

Aegypten.

Nr.	Gegenstand.	Bemerkungen.
27	*Statuette. Fragment.*	B. rothgrau, S. gelblich, brüchig.

(Anhang: Ninive.)

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Antimon	Arsen	Nickel	Kobalt	Schwefel	Analytiker.
85.82	9.05	—	4.86	—	0.17	—	—	0.40	—	—	Fellenberg.
85.06	2.75	—	10.89	—	0.71	0.37	—	0.40	—	—	Fellenberg.
82.18	6.30	—	8.60	—	2.92	—	—	—	—	—	Fellenberg.
85.0	14.0	—	—	—	1.0	—	—	—	—	—	Vauquelin.
76.83	11.23	—	11.70	—	Spur	0.13	0.11	—	—	—	Bibra.
83.07	5.55	—	11.38	—	Spur	Spur	—	Spur	—	Spur	Bibra.
95.30	3.90	Spur	0.80	—	—	Spur	—	Spur	—	—	Bibra.
78.42	7.10	2.67	10.98	—	Spur	0.73	—	0.10	—	—	Bibra.
91.73	4.55	—	3.65	—	Spur	0.07	Spur	Spur	—	Spur	Bibra.
71.46	3.60	3.07	21.54	—	0.08	0.10	—	0.13	—	—	Bibra.
81.22	2.51	—	16.00	—	Spur	0.02	Spur	0.25	—	—	Bibra.
96.78	—	3.20	Spur	—	0.02	Spur	Spur	Spur	—	—	Bibra.
78.48	10.33	—	10.21	0.87	Spur	—	—	0.11	—	—	Bibra.
83.84	9.03	—	7.13	—	Spur	—	—	Spur	—	—	Bibra.
86.90	3.57	—	9.46	—	Spur	0.07	—	Spur	—	—	Bibra.
82.75	4.44	—	12.21	—	Spur	0.20	—	0.40	—	—	Bibra.
83.50	9.13	—	7.30	—	Spur	Spur	Spur	0.07	—	—	Bibra.
79.49	11.27	—	9.13	Spur	Spur	Spur	Spur	0.11	—	—	Bibra.
75.24	13.15	—	11.40	—	Spur	—	—	0.21	—	Spur	Bibra.
85.35	5.72	—	8.62	—	Spur	0.10	0.21	Spur	—	—	Bibra.
85.61	12.16	—	2.06	Spur	Spur	—	—	—	0.17	—	Bibra.
84.25	15.64	—	—	—	Spur	—	—	—	Spur	Spur	Phillips.
alten Ninive ausgegraben.											
88.03	0.11	—	3.28	—	4.06	3.92	0.60	—	—	—	Fellenberg.
86.84	12.70	—	0.28	—	Spur	—	—	0.18	—	—	Fellenberg.
86.99	12.33	—	0.38	—	Spur	—	—	0.30	—	—	Fellenberg.
80.84	18.37	—	0.43	—	0.16	—	—	0.20	—	—	Fellenberg.
Nachtrag.											
89.66	3.23	—	7.01	—	Spur	0.10	—	—	—	—	Bibra.

Die Kupferlegirungen aus Aegypten.

Uebersicht.

Die überwiegende Mehrzahl der vorliegenden, freilich nicht zahlreichen Untersuchungen ergiebt, dass die Kupferlegirungen der Aegypter eine bleihaltige Bronze sind.

Der Zinngehalt übersteigt nicht 12.16 pCt. und so ziemlich in den gleichen Gränzen bewegt sich auch das Blei, bald steigend bald fallend im Verhältniss zum Zinn, bald ziemlich gleich mit demselben.

Das Zink fehlt in den meisten Fällen gänzlich, ward aber dennoch von mir einigemal gefunden. Indessen wurde bei Nr. 10 von Archäologen die Aechtheit des Stücks in Zweifel gezogen, und diese Zweifel gewinnen an Wahrscheinlichkeit durch den bedeutenden Bleigehalt, 21.54 pCt., welcher bei keiner der übrigen ägyptischen Bronzen so stark gefunden wurde.

Auch Nr. 12 hat mir bezüglich der Aechtheit Bedenken erregt, denn trotz der unverdächtigen antiquarischen Bezugsquelle, erscheint der Mangel des Zinns und des nur durch Spur vertretenen Blei's höchst auffallend. Die Nr. 8 und 19 dagegen sind meines Erachtens ächt, wenn gleichwohl der Zusatz eines zinkhaltigen Erzes absichtlich zuverlässig nicht statt gefunden hat.

Auffällig sind die äusserst geringen Mengen von Eisen, welche ich fast durchgängig gefunden habe, und welche bis zu kaum mehr nachweisbaren Spuren sinken. Leider aber lässt sich kein Schluss hieraus ziehen, da Fellenberg, dessen Analysen das unbedingteste Vertrauen verdienen, gerade das Gegentheil, nämlich verhältnissmässig viel Eisen gefunden hat.

Besser stimmen Fellenberg's und meine Analysen bezüglich des Antimons, welches gegen andere Reihen von Kupferlegirungen gehalten, ziemlich reichlich vertreten ist, und ebenso tritt das Arsen, wenn gleich meist nur als Spur, doch häufiger auf als sonst.

Was den Guss anlangt, so scheint man, bei den massiv gegossenen Statuetten wenigstens, keine besondere Mühe auf denselben verwendet und das Metallgemische nicht hinreichend durchgeschmolzen zu haben. Die Bronze ist blasig, enthält schon mit freiem Auge sichtbare weisse Metallkügelchen und Streifen von heller gefärbtem Metalle, und ist dabei in vielen Fällen stark brüchig. Bei den wenigen kleineren

Stücken und Fragmenten, welche ich untersuchte, war diess nicht der Fall. Die Aegypter konnten also eine gute und feste Bronze zu Stande bringen, fanden es aber wahrscheinlich nicht der Mühe werth auf die grosse Menge von kleinen Statuetten und Götterbilder, welche ohne Zweifel fabrikmässig gefertigt wurden, besondere Sorgfalt zu verwenden.

Die Untersuchungen Fellenberg's zeigen, wenn man, ihrer geringen Zahl halber zu Schlüssen berechtigt ist, dass man in Ninive eine regelmässige Bronze aus Kupfer und Zinn darzustellen verstand. Nr. 23 zeigt freilich eine abenteuerliche Zusammensetzung, über deren Zweck und Entstehung vorläufig aber wenig zu sagen ist.

Interessant ist dagegen das eiserne Stäbchen, über welches bei Nr. 25 die Bronze gegossen war. Plötzlich und unerwartet tritt uns so bisweilen das Eisen entgegen, in einer Zeit, wo man dasselbe am wenigsten verarbeitete und zwar, wie es scheinen will, nicht als eine besondere Kostbarkeit, sondern einfach als Mittel zum Zwecke, als Aushülfe. Ein Analogon habe ich bei den aus Russland erhaltenen Bronzen gefunden, und ich werde bald Gelegenheit haben hievon zu sprechen.

Nr.	Gegenstand.	Bemerkungen.
	Die Nr. 1 bis 11. Aus griechischen Gräbern in der Krimm. Letzte	
1	Bruchstücke einer Beinschiene.	Dünnes, kaum 1 M. M. starkes Blech. Stark oxydirt. Gelb.
2	Bruchstück eines Schuppenpanzers.	Dünnes, dachziegelförmiges, kaum 1 M. M. starkes Blech, 30 M. M. lang, 13 M. M. breit. Prachtvolle, grüne, krystallinische Patina.
3	Pfeilspitzen. a.	Schön gearbeitet, scharf cannellirt. Von verschiedener Grösse, 45 und 25 M. M. Länge. Einige durch grüne, krystallinische Patina fest vereinigt. Andere noch mit Resten des Schaftes, aus dünnem Rohr bestehend.
4	Desgleichen b.	— — —
5	Desgleichen c.	— — —
6	Fingerring. Fragment.	Hübsche gelbe Farbe im Schnitt. Grüne nicht krystall. Patina.
7	Spiegel. Fragment.	Etwa 1.5 M. M. dick. Stark durch die ganze Masse oxydirt.
8	Vase. Fragment.	Etwa 1 M. M. starkes, fast durch die ganze Masse oxydirt. Metallstück. Einzelne, parallel verlaufende, hellere Streifen, an ungefeilten Stellen, machen den Eindruck als bestände das Stück aus zusammengepressten Lamellen. Als (muthmasslicher) Inhalt d. Vase waren Knochen beigelegt. Fragmente des Unterkiefers, vollständig durchdrungen von rein grünem Kupfersalze, und ein Oberschädelknochen, wahrscheinlich gebrannt.
9	Fischangel. a.	Mit Krümmung 25 M. M. lang. Ganz noch heute gebräuchliche Form.
10	Desgleichen b.	— — —
11	Pferdegebiss. Fragment.	Röthlichgelbe, feste Metallmasse, hellgrüne, nicht krystall. patinirt.
	Die Nr. 12 bis 14. Von der Halbinsel Taman, grosse Blisnitza, Grab der Demeter Priesterin.	
12	Pferdeschmuck. Fragmente flacher, schüsselförmige Verzierungen.	Hellgrün, nicht krystallinisch patinirt, Im Innern der dünnen Metallplatte zieht sich ein weisser Streifen (Zinnoxyd), hindurch.
13	Pferdeschmuck. a. Fragment wie Nr. 12.	Grün, krystall. patinirt. Die weisse Schicht noch deutlicher als bei Nr. 12.
14	Pferdeschmuck. b. Dünne flache Platte.	Grün, krystallinisch patinirt.
	Nr. 15 bis 16. Von der Halbinsel Taman, grosse Blisnitza, Brandstätte der verbrannten Griechin.	
15	Nägel aus einem Holz-Sarkophage.	Etwa 20 M. M. lange Nägel, mit flachem 10 bis 18 M. M. breiten Kopfe. Schmutzig hellgrün patinirt.
16	Geschmolzene Bruchstücke.	Mit grün und weissgemengter Patina.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Antimon	Arsen	Nickel	Kobalt	Schwefel	Analytiker
vorchristliche. Jahrhunderte.											
89.37	10.48	—	Spur	—	Spur	Spur	—	0.15	—	—	Bibra.
90.10	9.07	0.52	Spur	—	0.21	Spur	Spur	0.10	Spur	—	Bibra.
81.69	16.38	—	Spur	—	— ! !	Spur	—	1.25	—	—	Bibra.
87.43	12.27	—	Spur	—	Spur	Spur	—	0.30	—	—	Bibra.
86.52	9.13	—	4.22	—	Spur	—	—	0.13	—	—	Bibra.
95.99	14.51	Spur	—	—	Spur	—	—	0.10	—	—	Bibra.
92.65	7.10	Spur	Spur	—	Spur	Spur	—	0.25	—	—	Bibra.
89.48	10.00	—	0.07	—	Spur	Spur	—	0.45	—	—	Bibra.
82.76	3.40	13.31	0.19	—	Spur	—	—	0.34	—	—	Bibra.
84.87	4.36	10.12	0.21	—	Spur	—	—	0.44	Spur	—	Bibra.
76.60	21.72	—	1.30	—	Spur	Spur	—	0.38	—	—	Bibra.
Viertes Jahrhundert vor Christus.											
89.98	9.00	—	0.55	—	Spur	Spur	Spur	0.34	0.13	—	Bibra.
90.96	8.77	—	Spur	—	Spur	Spur	—	0.27	—	Spur	Bibra.
90.34	9.43	—	—	—	— ! !	0.08	—	0.15	—	—	Bibra.
Viertes Jahrhundert vor Christus.											
93.45	6.04	—	Spur	—	Spur	0.22	—	0.29	—	Spur	Bibra.
Bis auf Spuren von Eisen und Antimon: reines Kupfer.											Bibra.

Nr.	Gegenstand.	Bemerkungen.
	Nr. 17 bis 21. Aus einem Grabe in der Nähe des alten Olbia (am Aus-	
17a.	Schnalle und kleines Bruchstück. Gelber Draht.	Stäbchen gewunden aus zwei gelben und einem rothen Drathe.
17b.	Desgleichen. Rother Draht.	— — —
18	Delphinförmige Münze, im alten Olbia geprägt.	Unten flach. Totalgew. 1.40 Grm. 25 M. M. lang.
19	Münze, autonome, des alten Olbia.	Durchmesser 20 M. M. Dicke, 4 M. M. scheint auf der einen Seite flach, auf der andern gewölbt. Totalgew. 8.50 Grm. Av. u. Rev. unkenntlich.
20	Desgleichen.	Durchmesser 15 M. M. Dicke, 5 M. M. Form wie Nr. 19. Totalgew. 4.25.
21	Desgleichen.	Durchmesser 18 M. M. Dicke, 2 M. M. Form wie Nr. 19. Totalgew. 4.00 Grm. Avers: behelmter Kopf. — Rev. (?)
22	Bosporische Königsmünze. König Sauromates 175—211 n. Chr.	Durchmesser 15 M. M. 2 M. M. Totalgew. 11.90. Av. Kopf. Rev. (?)
	Nr. 23 bis 28. Grab eines skythischen Königs, bei Nikopol am	
23	Hals-Ring. Fragment.	Runder Reif, Durchschnitt 4 M. M. mit braunem Schwefelsilber überzogen. Sehr schöne lichtgelbe, ins grünliche spielende Farbe.
24	Vase. Fragment.	Etwa 1.5 M. M. starkes Bruchstück. Stark oxydirt. Grün, nicht krystallinisch patinirt.
25	Pfeilspitzen. a.	Schön gearbeitet, 30 bis 34 M. M. lang.
26	Desgleichen. b.	— — —
27	Vase. Fragment.	Stark oxydirtes, theilweise mit krystall. Patina überzogenes Bruchstück 8—9 M. M. dick.
28	Pferdeschmuck.	Dünne, kaum 1 M. M. dicke, stark oxydirte Platte.
	Nr. 29 bis 38. Grab eines skythischen Königs, bei Alexandropol am	
29	Gürtelschnalle. Fragment.	Schuppenförmig über einander liegende Ringe.
30	Pferdeschmuck. Fragment. a.	Draht, verschlungen, eine Kette bildend. Stark oxydirt, dunkelgrün patinirt. Schnitt röthlichweiss.
31	Pferdeschmuck. Fragment. b.	Höchst dünnes Blech, stark oxydirt, theilweise krystall. patinirt.
32	Desgleichen. c.	Etwa 1.5 bis 2 M. M. starke Platte. Rund, knopfförmig nach aussen schwach gewölbt. Auf d. inneren Seite ein 5 M. M. starkes, halbkreisförmiges Oehr angegossen, 3.5 C. M. Durchmesser. Totalgew. 27.76 Gram.
33	Pferdeschmuck.	Dünnes, rundes, schwach gewölbtes Blech, 5.5 C. M. im Durchmesser, mit vier Löchern am Rande. An eine Waagschale erinnernd, grün, krystall. Patina, fest, nicht brüchig. Totalgew, 12.40 Gram.

land.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Antimon	Arsen	Nickel	Kobalt	Schwefel	Analytiker
flusse des Borysthenes, des heutigen Dniepr) vorchristliche Zeit.											
90.59	—	8.10	Spur	—	1.31	Spur	—	—	—	—	Bibra.
98.64	Spur	—	—	—	1.28	0.08	—	—	—	—	Bibra.
90.67	3.34	Spur	5.89	—	Spur	0.10	—	Spur	—	—	Bibra.
91.92	0.70	Spur	6.55	—	Spur	0.83	—	Spur	—	—	Bibra.
93.66	0.68	—	4.41	—	0.88	0.37	Spur	Spur	—	—	Bibra.
93.94	2.48	2.12	0.97	—	Spur	0.41	—	0.08	—	Spur	Bibra.
92.14	6.80	—	0.73	—	Spur	Spur	Spur	0.33	—	—	Bibra.
Dniepr. Viertes Jahrhundert vor Christus.											
8.16	—	—	—	85.92	—	(Gold) 5.92	—	—	—	—	Bibra.
85.86	13.87	—	Spur	—	Spur	0.27	—	Spur	—	—	Bibra.
78.24	16.26	—	5.20	—	Spur	0.30	—	Spur	—	—	Bibra.
78.66	14.01	—	7.21	—	Spur	Spur	—	0.12	—	Spur	Bibra.
96.25	2.62	—	1.00	—	Spur	0.13	—	Spur	—	Spur	Bibra.
90.89	8.90	Spur	Spur	—	0.13	0.08	—	Spur	—	—	Bibra.
Dniepr. Viertes Jahrhundert vor Christus.											
91.36	8.64	—	—	—	Spur	—	—	Spur	—	—	Bibra.
61.77	3.96	—	—	33.82	0.09	0.13	—	0.23	—	—	Bibra.
93.68	4.71	—	1.36	—	Spur	0.13	—	0.12	—	—	Bibra.
92·65	2.35	—	4.78	—	0.13	Spur	—	0.09	—	—	Bibra.
89.30	10.00	—	—	—	0.70	Spur	—	Spur	—	—	Bibra.

Nr.	Gegenstand.	Bemerkungen.
34	Pferdeschmuck.	Form wie Nr. 32, nur kleiner, 3.1 C. M. Durchmesser. Totalgew. 12.40 Grmm. Gelblich weisses, festes und hartes Metall.
35	Pferdeschmuck.	Stark gewölbt, schüsselförmig, mit zwei Löchern am Rand, 18 M. M. Durchmesser. 0.60 Gram. Gewicht.
36	Pferdegebiss. Fragment.	Form schwer zu beschreiben! festes, hartes Metall, 20.6 Gram. Totalgewicht. Grün, theilweise krystall. patinirt·
37	Pfeilspitze a.	Zierliche Arbeit, Spuren der Schärfung mit der Feile, kaum patinirt, 36 M. M. lang. Totalgew. 3.75 Gram. hartes u. festes Metall.
38	Pfeilspitze b.	Wie die vorige, 3.20 Gram Gewicht, 35 M. M. lang, hellgrün patinirt.
	Nr. 39 bis 47. Skythische Gräber am Dniepr. Vorchristliche Zeit.	
39	Pfeilspitzen. a. (Eine mit Fragment von Rohrschaft.)	Vier Spitzen durch grüne krystall. Patina fest verbunden. Eine derselben ergab
40	Pfeilspitze. b. (mit Fragment von Rohrschaft.)	Form wie oben, 35 M. M. lang, 3.50 Gran Totalgewicht, hellgrün patinirt. Spuren d. Feile zur Schärfung.
41	Pfeilspitze. c.	Form wie oben, nur grösser, festes Metall, hellröthlich, 55 M. M. lang. Totalgewicht, 4.90 Gram. Grün, kryst. patinirt.
42	Pferdeschmuck. a. Kleine Glocke mit Oehr.	28 M. M. hoch, stark mit nicht krystall. Patina bedeckt. Das Glöckchen hat einen eisernen mit Oxyd fest überzogenen, sonst aber wohl erhaltenen Eisenklöppel und war am Oehr mit einem, jetzt fast gänzlich oxydirten Eisenring befestigt. Das Metall der Glocke unter der Patina gut erhalten.
43	Pferdeschmuck. b. Fragment.	Dünnes, brüchig. Blech. Grün, nicht krystall. patinirt.
44	Pferdeschmuck. c. Halbkreisförmiger Ring auf starkes Blech genietet.	Stark oxydirt, nicht krystallinisch. Gelbliches Metall.
45	Pfeilspitzen. a.	Nicht canellirt wie die vorigen, massives Dreieck, 40 M. M. lang. Totalgew. 4.60 Gram. Grün, krystall. patinirt.
46	Desgleichen. b.	36 M. M. lang, 3.70 Gram. Totalgew. fast wie Nr. 46.
	Nr. 47 bis 49. Aus den Ruinen des alten Tanais, an der Mündung	
47	Schmuck. Fragmente Fibula a.	Stark patinirt, nicht krystall., doch das Metall erhalten.
48	Fibula b.	Wie Nr. 48.
49	Ring c.	Dünner, gew. Draht. Nicht krystall. patinirt.

land.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Antimon	Arsen	Nickel	Kobalt	Schwefel	Analytiker
84.02	15.98	—	—	—	Spur	—	—	Spur	—	—	Bibra.
90.76	9.17	—	—	—	Spur	0.07	—	Spur	—	—	Bibra.
82.23	15.34	2.01	0.12	—	Spur	Spur	Spur	0.30	—	—	Bibra.
83.80	12.40	—	3.80	—	Spur	—	—	Spur	—	—	Bibra.
82.82	10.93	—	5.81	—	Spur	Spur	0.31	0.31	—	Spur	Bibra.
89.95	7.60	—	2.20	—	Spur	Spur	—	0.25	—	—	Bibra.
83.80	11.28	—	4.80	—	Spur	0.12	—	Spur	—	Spur	Bibra.
81.90	14.50	—	3.60	—	Spur	Spur	—	Spur	—	—	Bibra.
86.86	12.73	—	0.07	—	Spur	0.07	—	0.27	—	—	Bibra.
90.93	8.51	—	—	—	Spur	0.09	—	0.47	—	Spur	Bibra.
88.09	11.56	—	Spur	—	Spur	Spur	—	0.35	—	—	Bibra.
77.09	15.10	—	7.15	—	Spur	—	—	Spur	—	—	Bibra.
83.80	11.28	—	4.80	—	Spur	0.12	—	Spur	—	—	Bibra.

des Tanais (Don) wahrscheinlich: Vorchristliche Zeit.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Antimon	Arsen	Nickel	Kobalt	Schwefel	Analytiker
87.40	12.30	—	0.30	—	Spur	Spur	—	Spur	—	Spur	Bibra.
88.00	11.80	—	0.20	—	Spur	Spur	—	Spur	—	—	Bibra.
91.00	—	9.00	Spur	—	Spur	Spur	—	Spur	—	—	Bibra.

Nr.	Zeit der Prägung.	Bemerkungen.
	Nr. 50 bis 52. Gefunden bei Nowo-Tscherkask, am Don in der Nähe des alten Tanais. Nicht über das zweite Jahrhundert nach Chr.	
50	Bruchstücke von Gefässen. Fragment a.	Dünnes Blech mit erhöhten Streifen verziert. Schwach patinirt, das Metall wohl erhalten.
51	Desgleichen. Fragment b.	Rand eines stärkeren Gefässes. Stärker patinirt. Metall wohl erhalten.
52	Desgleichen. Fragment c.	Dünnes Gefäss. Aussen stark, Innen gar nicht patinirt, brüchig.
	Nr. 53 bis 56. Aus einem Grabe am Jenissei in Sibirien. Unbe-	
53	Bruchstücke eines Geräthes. Dreieckige Spange a.	Hellgrüne, nicht krystall. Patina. Das Metall fest.
54	Bruchstücke eines Geräthes. Blechröhrchen b.	Dünne, 22 M. M. lange Blechröhre, stark patinirt. Das Metall fest und gut erhalten.
55	Bruchstücke eines Geräthes. Rundes massives Stäbchen c.	Etwa 1 M. M. stark, 24 M. M. lang, stark patinirt. Das Metall gut erhalten.
56	Knopf aus einem Grabe am Irtysch in Sibirien.	Runde Platte mit Spur von Oehr, 16 M. M. Durchmesser, wenig patinirt.
	Nr. 57 bis 63. Aus Gräbern im Gouvernement Wladimir. Zehntes	
57	Schmuck. Armring a.	Dünner Draht, hellgraue Patina.
58	Fingerring b.	Höchst zierlich aus dünnen Drahtgeflechten, hellgraue Patina.
59	Fingerring c.	Massiver runder Ring, braun patinirt, bei den drei Stücken das Metall sehr gut erhalten.
60	Ring. (Fingerring?)	Roh gearbeitet, 33 M. M. Durchmesser. Graugrün patinirt. Das Metall fest.
61	Kleiderschmuck. Gehänge a.	Dreieck, aus flachen Stäben zusammengesetzt. An der Basis fünf Ringe, in welchen oben schmälere, unten breitere Bleche hängen. Schwer zu beschreiben, ähnelt Fig. 65, p. 73 bei Desor*), 8 C. M. lang.
62	Gehänge b.	Hohler Stab, scheinbar aus gewundenem Draht zusammengesetzt, ist aber gegossen. In den auf der untern Seite angebrachten 5 Ringen, in welchen wieder, mit Zierrathen versehenen Bleche hängen, 5.5 C. M. breit.
63	Ring c.	30 M. M. Durchmesser. Oben gewölbt, unten flach. Auf der gewölbten Seite mit Einschnitten. Erinnernd an Fig. 68 u. 69, p. 85. Desor.
64	Agraffe aus Sibirien (durch H. Oberst v. Geming erhalten.)	Hübsch verschlungene flache Metallstäbe. Metall schwach patinirt und gut erhalten.
65	Münze aus Olbia, aus dem Dorpater Museum.	Av. Furienmaske. Rev. Adler auf ein Delphin.
66	Desgleichen.	Av. Kopf eines Faunes. Rev. Schiffsschnabel.
67	Desgleichen.	Av. Weibl. Kopf. Rev. Adler auf ein Delphin.

*) Die Pfahlbauten des Neuenburger Sees von E. Desor. Deutsch von Friedrich

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Antimon	Arsen	Nickel	Kobalt	Schwefel	Analytiker
zurückweichend.											
91.55	7.86	—	0.51	—	Spur	Spur	—	0.08	—	—	Bibra.
91.58	8.42	—	Spur	—	Spur	Spur	—	Spur	—	Spur	Bibra.
91.28	7.80	—	0.10	—	0.72	—	—	0.10	—	—	Bibra.
stimmte Zeit.											
94.95	4.96	—	Spur	—	Spur	0.09	—	Spur	—	—	Bibra.
85.06	4.71	9.00	Spur	—	Spur	0.03	—	1.20	—	—	Bibra.
84.90	3.50	10.15	1.02	—	0.20	Spur	—	0.23	—	—	Bibra.
89.25	9.24	—	1.20	—	Spur	0.08	—	0.23	—	—	Bibra.
und Elftes Jahrhundert nach Christus.											
88.40	4.36	6.66	0.50	—	Spur	0.08	—	Spur	—	—	Bibra.
88.30	4.28	7.27	Spur	—	Spur	0.05	—	0.10	—	—	Bibra.
88.86	5.00	6.14	Spur	—	Spur	Spur	—	Spur	—	—	Bibra.
89.08	6.04	4.60	Spur	—	Spur	0.11	Spur	0.17	—	—	Bibra.
93.38	4.36	2.22	Spur	—	Spur	0.04	—	Spur	Spur	—	Bibra.
82.73	11.20	3.87	2.20	—	Spur	Spur	—	Spur	—	Spur	Bibra.
88.25	4.53	4.33	2.78	—	Spur	Spur	—	Spur	—	—	Bibra.
92.04	2.94	2.93	1.02	—	0.72	0.10	—	0.25	—	Spur	Bibra.
90.00	9.82	—	Spur	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
94.00	5.89	—	Spur	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
98.00	1.75	—	Spur	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.

Mayer. Frankfurt. Adelmann 1866.

Nr.	Gegenstand.	Bemerkungen.
	Legirungen, welche in den Russischen Ostseegouvernemen	
68	Grosser Handring.	Aus Cremon.
69	Kleinerer Handring.	» Cremon.
70	Fibula.	» Ascheraden.
71	Bronze-Perlen.	» Segewolde.
72	Bronze-Draht.	» Ascheraden.
73	Dolch.	» Ascheraden.
74	Handring.	» Dünaburg.
75	Fibula.	» Ronneburg in Livland.
76	Kette.	» Pyla v. d. Insel Oesel.
77	Gewundener Bronze-Draht.	» Hasau in Kurland.
78	Handring.	» Kapsethen.
79	Handring.	» Ascheraden.
80	Fibula.	» Alt-Kusthof.
81	Bronz-Kette (in Wolle gewebt.)	» Kapsethen.
82	Bronz-Kette (in Wolle eingewebt.)	y Ascheraden
83	Ringe (in Wolle eingewebt.)	» Cremon.
84	Desgleichen.	» Fianden.
85	Grosser Ring von einer Fibula von Hufeisenform.	» der Insel Oesel.
86	Fibula.	» Kapsethen.
87	Einfache Kette.	» Kapsethen.
88	Wage mit Gewichten. Wagebalken.	» Ascheraden.
89	Wage mit Gewichten. Wagschalen.	» Ascheraden.
90	Wage mit Gewichten. Wagschalen.	» Palfur.
91	Wage mit Gewichten. Gewichte.	» Palfur.
92	Brustnadel.	» Isborsk im Gouvernement Pskow, i einem alten mit grossen Steinen umgebe nen Grabe, zugleich mit Streitaxt un einem Messer gefunden.
	Vom Altai.	
93	Fragment eines Sarges.	Aus einem alten Tschuden Grabe vom Altai.
94	Desgleichen.	— — —
	Aus Sibirien.	
95	Messer. Von 13 C. M. Länge und 14—20 M. M. Breite.	Gewicht 40 Grm.
96	Messer. Fragment, gelblichroth.	Gewicht 9.5 Grm.
97	Gebogenes Messer. 16 C. M. lang, 11 bis 16 M. M. breit.	Gewicht 42 Grm. Bruch gelb.
98	Messer. 13 C. M. lang, 11 M. M. breit.	Gewicht 23 Grm. Bruch roth.
99	Schmuckgegenstand, dunkle Farbe, feinkörn., grauer Br. Höchst br.	Gewicht 18.5 Grm.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Antimon	Arsen	Nickel	Kobalt	Schwefel	Analytiker
gefunden worden sind.											
73.50	2.75	19.50	4.25	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
75.50	2.50	18.25	3.50	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
78.18	1.64	16.13	4.03	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
78.14	2.36	17.25	1.25	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
85.75	4.78	7.50	1.50	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
78.75	1.25	18.50	0.75	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
80.30	0.75	15.40	3.51	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
78.30	2.12	18.36	0.14	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
79.13	2.04	17.36	1.42	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
82.55	10.39	6.34	0.60	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
79.50	0.75	18.50	0.25	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
79.00	1.75	19.25	1.25	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
79.50	1.25	19.00	0.75	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
78.50	1.83	19.19	0.75	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
77.75	1.25	19.50	0.50	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
77.50	1.50	20.00	1.00	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
78.25	1.50	18.25	0.75	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
65.00	4.29	15.62	14.93	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
83.50	—	13.35	3.19	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
91.00	—	9.00	—	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
76.50	2.45	20.30	Spur	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
76.45	3.51	20.03	Spur	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
79.45	2.25	16.95	1.31	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
80.59	Spur	13.86	5.25	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
74.25	3.68	17.42	4.65	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
80.27	19.66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
73.00	26.74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Göbel.
(Nachtrag).											
99.00	0.32	—	—	—	0.34	—	—	—	—	—	Struve.
90.20	9.64	—	—	—	0.05	—	—	—	—	—	Struve.
88.67	10.10	—	—	—	0.28	—	—	—	—	—	Struve.
93.00	6.35	—	—	—	0.18	—	—	—	—	—	Struve.
89.70	0.63	—	—	—	9.10	—	—	—	—	—	Struve.

Die Kupferlegirungen aus Russland.

Ausgrabungen in Russland.

Bereits im Vorhergehenden habe ich erwähnt, warum ich die griechischen Pflanzstädte, mit welchen die hier nachfolgende »Russische Reihe« beginnt, zu dieser gestellt habe. Es bedarf das also kaum einer weiteren Entschuldigung, um so weniger vielleicht als diese, grossentheils in der Nähe des schwarzen Meeres gemachten Funde, meist wohl nach Besitz sowohl als Fertigung griechischen Ursprungs, sich an die Skythischen reihen, und diese wieder sich den Ausgrabungen in den Ostseegouvernements anschliessen, welche Göbel untersucht hat.

Für die landschaftlichen Lücken, welche zwischen Göbel's und meinen Untersuchungen liegen, oder wenigstens für deren spärliche Vertretung können wir leider nicht. Vielleicht füllt eine spätere Arbeit dieselben auf passende Weise.

Was Göbel's Arbeit betrifft, so hat derselbe freilich die sogenannten Nebenbestandtheile nicht berücksichtigt, und die geringen Mengen des sonst nie fehlenden Eisens und Nickels, so wie das häufig vorkommende Antimon ausser Acht gelassen.

Zur Zeit aber, in welcher Göbel seine Untersuchungen anstellte, geschah das überhaupt nur höchst selten, und bei grösseren Reihen werden Phillips und später der sorgfältige Analytiker Fellenberg, so ziemlich die Ersten sein, welche diese Nebenbestandtheile genügend würdigten.

Nichts desto weniger sind die Analysen Göbel's nicht nur gut, sondern für die vorliegenden Zwecke unstreitig auch höchst brauchbar, indem der, in den von ihm untersuchten Gegenständen nie mangelnde Zinkgehalt, wichtig und massgebend ist.

Bezüglich des Alters dieser in den Ostseegouvernements gemachten und von Göbel untersuchten Gegenstände, so komme ich später auf dieselbe zurück.

Was mich betrifft, so habe ich genau die Reihenfolge des Verzeichnisses eingehalten, welches der reichen, mir aus Russland zu Theil gewordenen Sendung beigelegt war. Nur konnte ich selbstverständlich die Nummern dieses Verzeichnisses nicht einhalten, da häufig unter einer Nummer mehrere Gegenstände, an gleichem Orte zusammen gefunden, begriffen waren. So Pfeilspitzen, Pferdeschmuck, Fragmente verschiedener Vasen und dergleichen mehr.

Für die Zuverlässigkeit der Bestimmungen, sowohl des Alters der Funde, als auch für die der betreffenden Gegenstände selbst, bürgt zuverlässig die bereits erwähnte, nach jeder Richtung hin den Forderungen der Wissenschaft entsprechende Weise, in welcher die betreffenden Ausgrabungen geleitet wurden.

Die Kupferlegirungen aus Russland.

Uebersicht.

Wenn wir die gegebene Reihenfolge einhalten und einen Blick auf die Tabelle werfen, so ergeben sich, vorläufig für die dem südlichen Theile Russlands angehörigen Funde, ziemlich einfache Verhältnisse:

Nr. 1 bis 11. Griechische Gräber in der Krimm. Letztes vorchristliches Jahrhundert.

Die Abstammung der gefundenen Gegenstände aus Griechenland unterliegt hier keinem Zweifel. Die Legirung ist, so wie wir oben bei den griechischen Münzen gesehen haben, eine ächte aus Kupfer und Zinn bestehende Bronze. Das Blei tritt, wie bei den älteren Münzen in äusserst geringer Menge auf, und ist, so wie dort, als eine nicht absichtlich zugesetzte Beimengung zu betrachten, das Zink endlich fehlt, und die geringen Spuren, welche ich auch bei den Münzen gefunden habe, sind höchst wahrscheinlich durch die angewendeten, und in geringem Grade zinkhaltigen Kupfererze in die Legirung gekommen.

Die für jede Regel unerlässliche Ausnahme wird hier durch die Fischangeln gebildet, welche einen bedeutenden Zinkgehalt, 13.31 und 10.12 pCt. haben.

Zuverlässig sind diese Angeln oder die zu denselben dienende Legirung, nicht an Ort und Stelle gefertigt, und eben so wenig aus dem Mutterlande bezogen worden, sondern sind als vom Auslande eingeführt zu betrachten. Nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen, vielleicht aus Rom, als dort beliebtes Aurichalcum. Wenn man will, mag man auch annehmen, dass man eine eingeführte römische Legirung umgearbeitet hat.

Dass die römischen Münzen erst später einen erheblichen Zinkgehalt zeigen, schädigt nicht diesen Gedanken. Schon früher kannten die Römer die Cadmia und verbesserten ihr Aes damit, geschah das gleichwohl zu jener Zeit noch nicht bei den Münzen.

Auch bei den weiter unten folgenden Gegenständen finden sich hier und da, mitten unter zinkfreien Reihen, plötzlich einzelne Objekte mit starkem Zinkgehalt, für welche ich das hier Gesagte ebenfalls in Anspruch nehme. Es ist diess die Nr. 17: unbedingt Fragment eines Schmuckgegenstandes, bestehend aus einem zierlich gewundenen, aus drei

Drähten zusammen gesetzten Stäbchen, von welchen einer aus fast reinem Kupfer, die beiden andern aus Messing bestehen. Ferner wieder ein Schmuckgegenstand Nr. 50, ein Ring. Ich nehme beide Gegenstände als eingeführt an, während ich Nr. 36 (Skythisch) unentschieden lasse, indem der geringe Zinkgehalt sowohl auf einen eingeführten Gegenstand deuten kann, eben so wenig aber auch die Vermuthung ausschliesst, dass derselbe von den Skythen selbst gefertigt worden ist, und dass man der Erzmasse vielleicht eine alte, unbrauchbar gewordene früher vom Auslande bezogene Bronze zugesetzt hat. Dergleichen Zusätze finden heute noch statt, und haben wohl statt gefunden, so lange man überhaupt Metalle zu irgend einem Zwecke verschmolzen hat.

Nr. 12 bis 16, Halbinsel Taman etc. verhält sich genau wie die vorhergehenden Nummern.

Nr. 17 bis 22, Grab bei Olbia, Münzen von Olbia und eine bosporische Königsmünze zeigen ein abweichendes Verhalten. Nr. 17 wurde bereits besprochen. Von den Münzen aus Olbia aber (vorchristlich), enthalten drei offenbar absichtlichen Bleizusatz, eine 2.12 pCt. Zink, die bosporische Königsmünze aber, 175 bis 211 nach Chr., ist wieder reine Bronze, nur mit sehr geringem Bleizusatz. Die drei von Göbel untersuchten Münzen aus Olbia Nr. 66. 67. 68 bestehen im Gegensatze zu den von mir untersuchten, ebenfalls aus reiner Bronze, mit nur Spuren von Blei.

Von diesen Münzen aus Olbia also würden, unter Hinweisung auf das oben, von mir in Betreff der griechischen Münzen ausgesprochene, die von Göbel analysirten die älteren sein, während die von mir untersuchten jünger wären und der Zeit (300 bis 150 vor Christus) angehören würden, in welchen Blei bereits in einigermassen bemerkbarer Menge aufzutreten anfängt.

Nr. 23 bis 28, Skythisches Königsgrab bei Nikopol. Viertes Jahrhundert vor Christus, und

Nr. 29 bis 38, Skythisches Königsgrab bei Alexandropol. Viertes Jahrhundert vor Christus.

In Bezug auf die chemische Zusammensetzung der in diesen Gräbern gefundenen Gegenstände, nähern sich dieselben, oder besser: schliessen sie sich den in den bisher besprochenen griechischen Kolonien gefundenen an. Sie bestehen aus Bronze, häufig mit ziemlich starkem Zinngehalt, und hier und da, eben so mit verhältnissmässig vielem Blei. So Nr. 25, 26, 37 und 38, Pfeilspitzen, woraus sich ungezwungen ergiebt, dass man hier das Blei absichtlich zugesetzt hat. Als eines interessanten Fundes muss des Halsringes Nr. 23 gedacht werden. Der Ueberzug von Schwefelsilber, mit welchem das Stück bekleidet ist, macht es vollkommen der Bronze ähnlich, und es wäre deshalb möglich, dass sich unter den dortigen gleichzeitigen Ausgrabungen noch ähnliche Kostbarkeiten befinden würden.

Die Nr. 39 bis 47, Skythische Gräber am Dniepr unterscheiden sich durch Nichts von den so eben behandelten Königsgräbern. Die Reihe beginnt mit Pfeilspitzen, und schliesst mit solchen und sämmtlich enthalten diese, so wie die vorher angeführten Blei, was den oben aufgestellten Satz bestätigt, dass das Blei denselben absichtlich zugesetzt wurde.

Ich mache noch aufmerksam auf das bei Nr. 43 (Glöckchen, Pferdeschmuck) gefundene Eisen. Es ist mir nicht bekannt, ob unter den bisher behandelten Funden, in griechischen und skythischen Gräbern, noch andere Gegenstände von Eisen, oder wenigstens Spuren desselben

gefunden wurden. War das der Fall, so wären vielleicht Anfänge des Ueberganges in die Eisenzeit anzunehmen. Ich sage Anfänge, denn die häufig gefundenen Pfeilspitzen aus Bronze deuten jedenfalls darauf hin, dass das Eisen noch keineswegs vollständig in seine Rechte eingesetzt war. Steht der Fund aber isolirt, so ist er immerhin auffällig. Jedenfalls zeigt er, dass man zu jener Zeit das Eisen kannte, und es theilweise wenigstens zu bearbeiten verstand. Aber ich will nicht entscheiden, ob die Darstellung grösserer Gegenstände jenesmal noch allzuschwierig erschien, oder ob man den Werth des Eisens noch nicht vollständig erkannte, und desshalb, und wegen der leichteren Behandlung der Kupferlegirungen, diese für die überwiegende Menge von Metallwaaren benützte. Aber es will bisweilen scheinen, als tauchten Gespenster aus alten, längst vergangenen Steinjahrhunderten mehr und mehr auf in der Bronzezeit, während die Gläubigen in derselben erschreckt werden, durch Vorahndungen der Eisenzeit. Hat das was zu bedeuten? Reichen sich vielleicht die drei symbolischen Kolosse demnächst die Bruderhände, oder werden sie sich gegenseitig erschlagen? Möge Gott gnädig alles zum Besten lenken!

Fasst man nun die Ergebnisse der Analysen von Nr. 1 bis 47, griechische und skythische Funde, zusammen, so ergibt sich, dass dieselben aus wirklicher Bronze bestehen, aus einer Legirung von Kupfer mit mehr oder weniger Zinn, welche Blei als Spur enthält, der man aber für gewisse Gegenstände auch absichtlich Blei zusetzte, um denselben die gewünschten Eigenschaften zu ertheilen.

Das Zink fehlt, und die Spuren desselben, welche hier und da auftreten und als zufällige Verunreinigungen zu betrachten sind, scheinen hier noch geringe zu sein, als bei den oben behandelten griechischen Münzen. Die wenigen Ausnahmen aber, in welchen Zink offenbar als absichtlicher Zusatz betrachtet werden muss, sind bereits oben besprochen worden.

Arsen, Kobalt und Schwefel treten, in der in Rede stehenden Reihe, spärlicher auf als bei einem grossen Theile anderer, alter Kupferlegirungen. Das Silber fehlt gänzlich, mit Ausnahme von zwei Fällen, in welchen man aber unbedingt absichtlich eine reichere Legirung erzielen wollte. Nickel und Eisen endlich wird so ziemlich in demselben Verhältnisse gefunden, wie in allen andern Kupferlegirungen.

Es geht ferner aus dem eben Gesagten hervor, dass die Bronze der griechischen Pflanzstädte am schwarzen Meere, ganz dieselbe war, deren sich, in der gleichen vorchristlichen Periode, die benachbarten Skythen bedienten.

Die Meinungen der Archäologen werden muthmasslich getheilt sein, bezüglich der Frage, ob diese Bronze von den Skythen selbst gefertigt, oder von den Griechen erworben worden ist.

Wenn es mir gestattet ist meine Ansicht hierüber zu äussern, so möchte ich sagen, dass man bisweilen dem Handelsgeiste ein wenig zu viele Ehre anthut, gegenüber der Intelligenz und der Kunstfertigkeit mancher alter Völker. Freilich hat sich ziemlich verbürgte Kunde bis auf unsere Zeit erhalten, von den Handelswegen, welche die Alten eingeschlagen haben, und von dem Unternehmungsgeiste, der sie bei ihren gefährlichen Fahrten leitete. Es ist desshalb höchst wahrscheinlich, ja sogar fast gewiss, dass mancherlei Kunstprodukte aus weit entfernten Ländern in andere gebracht worden sind. Eben so wenig sind Beutestücke zu leugnen, und die Verschleppung einzelner Gegenstände durch manchfache Zufälligkeiten.

Ein Volk aber, welches der Kultur überhaupt fähig ist, wird sich kaum, steht ihm nur einigermassen das Material zu Gebot, damit begnügen, Jahrhunderte lang einen Gegenstand der ihm nützlich oder beliebt ist, aus der Fremde zu beziehen. Schon der Trieb der Nachahmung, der in jedem Menschen liegt, wird die Veranlassung geben, das von Aussen Eingeführte, mehr oder weniger gut, selbst zu fertigen. Dieser Kultur aber sind, wenige Indianer und Negerstämme ausgenommen, wohl die überwiegende Anzahl aller Völker fähig.

In zweifelhaften Fällen also bin ich geneigt auf die Seite derjenigen zu treten, welche dem Kunstfleisse sein Recht widerfahren lassen, und die Funde aus jenen alten Zeiten, als von deren einstigen Besitzern selbst gefertigt annehmen.

Ich glaube, dass man auch den Skythen diese Ehre erzeigen kann.

Die Skythen, hier wohl meist die Stämme der Skoloten, welche Herodot vorzugsweise Skythen nennt, standen mit den griechischen Pflanzstädten mit Olbia und Tanais, und eben so mit Pantikapäum und Phanagoria, im bosporischen Reiche in Verbindung, bald in feindlicher, bald in friedlicher Weise, und in beiden Richtungen kann wohl die Kunst die Bronze darzustellen, auf sie übergegangen sein.

Freilich führten sie ein Nomadenleben, und zogen mit ihren Heerden von einem Orte zum andern, die Männer, berühmt als treffliche Reiter und Bogenschützen zu Pferde, und die Frauen und Kinder auf zeltartig bespannten Wagen. Aber das schliesst andere Kunstfertigkeiten nicht aus.

Man weiss wie noch heut zu Tage mehr Völkerschaften, mit geringen Hülfsmitteln, und auf flacher Erde kauernd, selbst Eisen bearbeiten, und die Zigeuner, welche noch heute ein Nomadenleben führen, welches vielleicht noch unsteter ist, als das der alten Skythen war, sind trotzdem die trefflichsten Schmiede.

Lassen wir also, wenn es möglich sein kann, diesen vortrefflichen Bogenschützen vergangener Zeiten, die Ehre, ihre zierlichen Pfeile mit den leichten Rohrschäften selbst verfertigt zu haben, und werfen wir jetzt einen Blick auf die im russischen Reiche gemachten Ausgrabungen und Funde, welche zum Theil zuverlässig, zum Theil sehr wahrscheinlich einer etwas späteren, nach Christus fallenden Periode angehören.

Nr. 48 bis 50, aus den Ruinen des alten Tanais, wahrscheinlich vorchristliche Zeit, hätte streng genommen noch zu der vorigen Abtheilung gehört, ich fasse dieselben aber hier zusammen mit den:

Nr. 51 bis 53, ohnweit Tanais gefundenen und der Bestimmung nach, nicht über das zweite Jahrhundert nach Christus zurückreichend.

Der Nummer 50 wurde, ihres Zinkgehaltes wegen, bereits oben erwähnt, die Bestandtheile der übrigen Gegenstände aber sind jenen aus den früheren Jahrhunderten so gleich, dass sie chemisch nicht von denselben zu unterscheiden sind. Zink fehlt, Blei ist nur als Spur vorhanden.

Die Technik, in Bezug auf die Mischung der Metalle wenigstens, hat sich also im Verlaufe von fast sechs Jahrhunderten nicht geändert.

Eine andere Zusammensetzung zeigen Nr. 54 bis 56, aus einem Grabe am Jenissei in Sibirien, unbestimmte Zeit, und eben so die weiter unten folgende Nummer 65, ebenfalls aus Sibirien, und durch Herrn Oberst von Geming in meinen Besitz gelangt. In drei Fällen findet sich Zink, als jedenfalls absichtlicher Zu-

satz, und auch das Blei tritt nur einmal in etwas bemerkbarer Menge auf, so dass vielleicht auf ein bleireiches Kupfererz geschlossen werden kann. Die von Struve untersuchten Gegenstände verhalten sich abweichend, und enthalten Kupfer und Zinn, als absichtlichen Zusatz in drei Fällen: ein Fall ergab fast reines Kupfer, und der Schmuck Nr. 99 enthält merkwürdiger Weise 9.1 pCt. Eisen. Sie scheinen einer späteren Zeit anzugehören, indem zugleich mit denselben Gegenstände von Eisen gefunden wurden.

Den Schluss der mir aus Russland zugekommenen Kupferlegirungen bilden die Nr. 58 bis 64: Aus Gräbern im Gouvernement Wladimir, zehntes und eilftes Jahrhundert nach Christus.

Diese interessanten Gegenstände, Schmuck und Kleiderschmuck, enthalten neben Kupfer und Zinn, sämmtlich Zink, und in zwei Fällen auch bemerkbare Mengen von Blei. So wie sie einer andern Zeit angehören, ist auch die Art und Weise, die Bronze herzustellen, eine veränderte geworden, aber ich muss es Andern überlassen, über ihre Verfertiger zu berichten, und lasse jetzt die Reihe der von Göbel untersuchten Funde folgen.

Da Göbel in seiner *) Schrift, in welcher er die Resultate seiner Untersuchungen niedergelegt hat, auch seine Ansicht über dieselben ausspricht, so lasse ich diese hier wörtlich folgen, ist sie auch in manchen Punkten von der meinigen abweichend, denn ich beabsichtige nichts weniger als die Schlüsse, welche ich hie und da gezogen habe, zur alleinigen Geltung zu bringen. Der Hauptzweck meiner hier vorliegenden Arbeit ist der, Einiges beizutragen zur Lösung der Frage über die Zusammensetzung der antiken Kupferlegirungen, so wie über deren Abstammung, und in dieser Richtung hin wird es nicht schädlich sein, neben den ziemlich divergenten Ansichten der Alterthumsforscher auch die der Chemiker zu hören. Lassen wir also Göbel sprechen:

»Es ist auffallend«, sagt er, »dass die Gegenstände aus den Tschuden-Gräbern mit den griechischen Legirungen so übereinstimmen, und wie diese nur aus Kupfer und Zinn bestehen. Sollten die alten verschollenen Tschuden, wahrscheinlich ein finnischer Volksstamm, welchem man die ersten Anfänge der Gewinnung und Verarbeitung der Metalle im Norden zuschreibt, jene alten Legirungen aus Kupfer und Zinn, die man besonders in Skandinavien noch so häufig findet, angefertigt haben? Die alten Finnen kannten ausser Gold und Silber, Eisen und Quecksilber, auch Kupfer, Zinn und Blei, und sollen in Metallarbeiten sehr erfahren gewesen sein, wie Sjoergen anführt. Auffallend ist ferner auch die Uebereinstimmung der Zusammensetzung der tschudischen und chinesischen Legirungen; haben die Chinesen ihr Wissen den Tschuden zu verdanken, die sich vorzugsweise am Altai mit Bergbau beschäftigten, also den Mongolen nicht ferne waren? — Haben die Tschuden die Griechen, oder die Griechen, von welchen sich allerdings historisch nachweisen lässt, dass sie mit den Völkern der Ostsee verkehrt haben, die Tschuden in der Bearbeitung der Metalle unterrichtet? — Die Uebereinstimmung der tschudischen, griechischen und chinesischen Legirungen ist gewiss höchst merkwürdig und verdient die Beachtung der Geschichtsforscher.«

Wir kommen später auf eine grössere Reihe von Untersuchungen

*) Ueber den Einfluss der Chemie auf die Ermittlung der Völker der Vorzeit etc. Von Dr. Fr. Göbel. Erlangen. Enke. 1843.

chinesischer Gegenstände zurück, und lassen jetzt Göbel weiter sprechen über seine Untersuchungen der in den Ostseegouvernements gemachten Ausgrabungen. Er schickt sogleich einen Theil der von ihm gewonnenen Resultate voraus und sagt:

»Die in den Ostseegouvernements vorkommenden Alterthümer sind, wenn sie auch zum Theil von den ehemaligen Bewohnern dieser Provinzen, den alten Esthen? getragen und benutzt worden sind, wie insbesondere die Schmucksachen, dennoch von römischer Abstammung oder von römischen Metallarbeitern angefertigt worden, oder die alten Esthen hätten ihr Wissen in dieser Beziehung, wären die Gegenstände von ihnen selbst verfertigt worden, den Römern zu verdanken.«

Diese alterthümlichen Gegenstände bestehen grösstentheils in Schmucksachen, die fast sämmtlich nur Kupfer, Zink, Zinn und Blei enthalten. Alle die verschiedenen Legirungen, welche ich analysirt habe, und die Professor Kruse in Kurland, Livland, Esthland und auf der Insel Oesel gefunden hat, waren, abgesehen von geringen quantitativen Differenzen, auf nahe zu gleiche Weise zusammengesetzt. Die meisten enthielten 77 bis 82 pCt. Kupfer, 15 bis 19 pCt. Zink, $1^1/_4$ bis $2^1/_2$ pCt. Zinn, und $^1/_2$ bis 4 pCt. Blei. Nur eine Fibel aus Kapsehden enthielt kein Zinn, während Bronze Draht aus Hasan in Kurland $10^1/_4$ pCt. Zinn und nur $6^1/_4$ pCt. Zink mit Spuren von Blei enthielt, und eine einfache Kette aus Kapsehden nur aus 91 pCt. Kupfer und 9 pCt. Zink bestand.

Wenn man nun die Resultate, die sich aus den chemischen Untersuchungen der griechischen und römischen Alterthümer ergeben haben, zum Maassstabe nimmt, so kommen die in den Ostseegouvernements sich findenden der chemischen Constitution der römischen Münzen aus dem ersten Jahrhundert vor Christi Geburt, und aus den ersten drei Jahrhunderten nach Christi Geburt am nächsten. Darüber aber, wie sie in die Ostseegouvernements gelangt sind, lassen sich mancherlei Conjecturen stellen, welche zu beseitigen, Sache des Geschichtsforschers und nicht des Chemikers ist. Sie sind vielleicht durch die Cimbern und Teutonen von den Römern erbeutet, und dahin gebracht worden? Vielleicht haben sie die ehemaligen Normänner, oder Skandinavier, welche fast alle damals bekannten Länder besuchten, durch Handel oder als Beute dahin gebracht, oder durch römische Kriegsgefangene anfertigen lassen? Vielleicht gelangten sie auch in den Jahrhunderten der Völkerwanderung nach den Ostseeprovinzen? In jenen wildbewegten Zeiten, wo Völker Völker aus ihren Wohnsitzen verdrängten, wo Raub und Plünderung diese Wanderungen bezeichneten, wo die Hunnen und Gothen im weiteren Sinne des Wortes nach der Zerstörung des römischen Kaiserreiches mit den Völkern, welche sich ihnen anschlossen oder anschliessen mussten, ganz Deutschland und die angrenzenden Länder überschwemmten, wo eine Mischung der verschiedenartigsten Völker mit ihren beweglichen Besitzthümern statt fand? — Da könnten vielleicht auch die erwähnten alterthümlichen Schmucksachen in diese Provinzen gekommen sein?«

»Dass ihre Anfertigung einer noch späteren Zeit angehöre, einer Zeit, wo in Germanien und Gallien die Künste sich schon vervollkommnet hatten, ist schon wegen der mit diesen Gegenständen aufgefundenen älteren Münzen nicht möglich. Für Legirungen dieser Jahrhunderte kann auch das Resultat der chemischen Analyse keine Stimme

mehr haben, denn die gegossenen Reiterstatuen der Könige Louis XIV. und Louis XV,, sind gerade so zusammengesetzt wie die hier gefundenen Alterthümer, und nur die Form und Art der Gegenstände, mit Berücksichtigung der historischen Nachrichten über die Völker dieser neuen Jahrhunderte kann es entscheiden.«

»Professor Kruse spricht die Ueberzeugung aus, dass die in den Ostseegouvernements gefundenen Alterthümer denen in Deutschland und Skandinavien sehr analog seien, und im Ganzen demselben interessanten Kriegs- und Handelsvolke angehört hätten, welches unter dem Namen der Waräger, mit den Völkern des nördlichen Deutschlands in naher Verwandtschaft war, denselben, welche alle Küsten der Nord- und Ostsee bald plünderten, bald als Kaufleute durchzogen, und selbst mitten durch Russland auf der Düna und dem Dniepr nach Byzant durch die Newa und Lowat und die Wolga mit Persien und Arabien, ja selbst mit Indien in Verbindung, die Erzeugnisse dieser Länder überall verbreiteten, wohin sie auf ihren Zügen gelangten. Er sagt, dass die Niederlegung dieser Gegenstände in unsern Provinzen ungefähr im IX. bis XI. Jahrhunderte statt fand, da man viele arabische, angelsächsische, byzantinische und deutsche Münzen, fast alle aus dem IX. bis XI. Jahrhunderte vorfand. Kruse fand indessen auch, dass sowohl die meisten bei Ascheraden und Dünhof gefundenen Alterthümer Skandinavische oder Wariger-Russische zu sein schienen, besonders aus dem IX. und XI. Jahrhunderte, und zwar von diesem Volke zum Theil durch Handel oder Raub aus Deutschland, England, Frankreich, ja selbst aus Byzanz, Aegypten, Arabien, und sogar aus Indien erworbene, als auch Alterthümer aus sehr früher griechischer und römischer Zeit an anderen Orten von Kurland und Livland gefunden seien, welche auf eine frühzeitige Verbindung mit den Griechen und Römern deuteten, ja dass endlich auch von der Düna, wenn auch nicht in jenen Gräbern, Gegenstände späteren Ursprunges aus dem XV. und XVI. Jahrhunderte, sogar bis zum Jahre 1792 mit gesammelt worden wären, welche man sorgfältig (sic!!) von jenen Alterthümern trennen müsse.«

»Meine hier niedergelegten chemischen Untersuchungen beziehen sich sämmtlich auf die früheren Alterthümer. Die chemische Constitution derselben spricht für römische Abkunft, sie ist die der römischen Münzen bis zum Untergange des weströmischen Reiches. Es wird diese meine Meinung unterstützt durch die Münzen, welche sich bei Kapsehden fanden, einem Punkte der Küste, wo die Römer ihre Handelsverbindungen, wie Kruse meint, wahrscheinlich wegen des bei ihnen so geschätzten Bernsteins gehabt haben; ferner durch die bei Kapsehden gefundenen Münzen, welche von Hadrian bis Commodus gehen. Es sprechen dafür die auf der Insel Oesel entdeckten Münzen, von Augustus bis Hadrian, so wie auch einzelne an anderen Orten gefundene. — Bei der Anwesenheit des Professor Kruse zu Kapsehden wurden auf dem alten Begräbnissplatze noch einige römische Kupfermünzen entdeckt, auch wurde neben Bronze-Bernstein und andern Schmucksachen eine römische Silbermünze gefunden. Auch die bei Ascheraden ausgegrabene Krämer-Wage mit Gewichten hält Kruse, der Form und Einrichtung der Gewichte nach, für römisch.«

»Fassen wir nun alles zusammen, was in dem Vorangeschickten uns Auskunft über die Abstammung der analysirten alterthümlichen, metallischen Gegenstände unserer Ostseegouvernements geben kann, so

zeigt sich der Einfluss der Römer auf die chemische Constitution derselben ganz unverkennbar und berechtigt zu folgenden Schlüssen:

1) die hier gefundenen metallischen Alterthümer sind von römischen Metallarbeitern angefertigt worden und durch Handel an die damaligen Bewohner dieser Provinzen gelangt; oder

2) die damaligen Bewohner dieser Provinzen haben dieselben durch römische Metallarbeiter im Lande entweder anfertigen lassen, oder nach Anleitung solcher selbst angefertigt, worauf manche unter den Esthen verbreitete alte Volkssagen und Spuren von in Wäldern und Sümpfen entdeckten Metallherden hindeuten, denn dass die Römer mit diesen Provinzen in frühster Verbindung gestanden haben, lässt sich auch geschichtlich darthun: oder

3) es sind diese Alterthümer nach dem Untergange des weströmischen Reiches, in Deutschland oder Skandinavien, oder in diesen Provinzen selbst, nach von römischen Metallarbeitern überkommenen Vorschriften angefertigt worden, wenn ihre Niederlegung, wie Kruse behauptet, erst später statt fand und dieselben den Waräger-Russen gehört haben.«

Die Kupferlegirungen aus Deutschland, Oesterreich, Schweiz, Savoyen, England, Schottland, Irland, Dänemark, Schweden, Frankreich.

(Anhang: Käufliches Kupfer, Kupfer- und Zinngeräthe, neuere Kupfermünzen.)

Ausgrabungen in Deutschland, Schweiz, England, Dänemark, Schweden, Frankreich.

Voraus zu schicken habe ich den folgenden Tabellen nur Weniges. Ich bin in der Eintheilung derselben fast vollständig der bereits oben erwähnten Schrift Wibel's gefolgt, doch habe ich hier und da Analysen aufgenommen, welche er als unbrauchbar zurückstellte. Die »Nebenbestandtheile,« behalten wir diesen Ausdruck bei für: Eisen, Nickel, Kobalt, Antimon, Arsen und Schwefel, für das von mir aus eigener Machtvollkommenheit vernachlässigte Wismuth und den Phosphor, zum Theile wohl auch für Silber, diese Nebenbestandtheile, sie sind, nach mehrfacher Richtung hin, allerdings von grossem Interesse, sie können es später in noch höherem Grade werden und sollten bei keiner Untersuchung antiker Bronzen vernachlässigt werden. Analysen aber, von denen man annehmen kann, dass Kupfer, Zinn, Zink und Blei mit einiger Sorgfalt bestimmt worden, sind aber desshalb nicht zu verwerfen, weil eine grössere Anzahl derselben Aufschlüsse geben kann über die Legirungen, welche den Alten für eine gewisse Reihe von Gegenständen beliebte, oder zweckmässig erschien.

Freilich haben die Alten wenigstens in den ersten Zeiten der Bronzedarstellung wohl nur in wenigen Fällen die regulinischen Metalle zusammen geschmolzen, um ihre Bronze, oder überhaupt ihre Legirungen zu fertigen, sondern sie begnügten sich die betreffenden Erze zu benützen.

Hatte aber alsdann das erzeugte Artefact nicht die gewünschte Eigenschaft, fehlte zum Beispiele die Härte, die Hämmerbarkeit, der Glanz, so setzten sie ihrer nächsten Schmelzung zuverlässig mehr von demjenigen Erze zu, von dem sie wussten, dass es das fehlende ersetzen würde, denn es ist wohl ausser Zweifel, dass ihnen diese Eigenschaften der von ihnen verwendeten Erzstufen bekannt waren.

Roh freilich waren diese Besserungen schon wegen des wechselnden Metallgehaltes vieler Erze, welche eben Mengungen verschiedener sind, dennoch aber erfolgten diese Zusätze, und das Bestreben für gewisse Gegenstände diesen oder jenen Zusatz zum Kupfer überwiegen zu lassen, oder wohl auch wieder zu beschränken, geht zuverlässig aus

den Analysen hervor, gelang es freilich nicht stets, oder doch nur mangelhaft.

Gewisse Sitten und Gebräuche, Gewohnheiten oder Eigenthümlichkeiten jener so höchst verschiedenen, und gegenwärtig zum Theile noch so wacker durcheinander gewürfelter Stämme, mögen für die Folge vielleicht zu entwickeln sein, aus diesem Gehalte ihrer Legirungen an Kupfer, Zinn, Zink und Blei, und eben so die Verwandtschaft, die Identität mancher Stämme.

Ich verweise auf den ständigen und absichtlichen Bleizusatz der skythischen Pfeilspitzen, und, wie die folgenden Tabellen zeigen, auf das fast durchgängige Fehlen des Bleies in den Waffen und Werkzeugen anderer Völker, mit Ausnahme der in Irland gefundenen Schwerter.

Aus diesem Grunde habe ich die in Rede stehenden Analysen nicht unberücksichtigt gelassen. Welche Dienste aber die Arbeit Wibel's für die vorliegende Zusammenstellung und namentlich für die folgende Reihe mir geleistet hat, springt in die Augen und braucht kaum weiter entwickelt zu werden, eben so wenig wie es nöthig ist auf die Untersuchungen Fellenberg's hinzudeuten, welche nicht nur die zahlreichsten, von ein und demselben Chemiker durchgeführten, sind, sondern auch in der Art und Weise der Durchführung selbst Nichts zu wünschen übrig lassen.

Aus bereits oben angeführten Gründen habe ich bei Angabe der analysirten Gegenstände mich, so viel nur immer möglich, nach dem Fundorte gerichtet, und so zum Beispiele die gallo-römischen Funde zu Frankreich gestellt.

Bezüglich der Bezeichnung der Gegenstände selbst folgte ich genau den vorliegenden Angaben, ich fürchte indessen, dass mancherlei Namensverwechslungen mit unterlaufen mögen, und das zwar bezüglich der Bezeichnungen: Kelt, hohler Kelt, flacher Kelt, Streitmeisel, Streitaxt, Pickel, Paalstab und Beil.

Die von mir untersuchten, in diese Reihe einschlagenden und von mir Paalstab genannten Gegenstände sind ähnlich oder gleich den Abbildungen bei:

Desor *) p. 56 und 57. Fig. 34 und 35, u. dort Beil genannt.
Riecke **), Taf. II. Fig. 44 u. 45, und dort Kelt genannt.
R. Pallmann ***), Tab. II. Fig. 12.
Nilsson †), Tab. III. Fig. 30 u. 31.
Ferner die Formen:
Desor: p. 58. Fig. 38, nach Morlot: Messerbeil, und:
Dorow ††), Abtheilung I. Taf. III. Fig. 1, und Taf. X. Fig. 3. Streitmeisel, securis missilis genannt, habe ich als Paalstab angeführt, obgleich diese flachen und nur mit Andeutungen von Schaftlappen versehenen Instrumente höchst wahrscheinlich blos mit der Hand geführt,

---

*) Die Pfahlbauten des Neuenburger Sees von E. Desor. Deutsch von Friedrich Mayer, Frankfurt a. M. C. Adelmann 1866.

**) Die Urbewohner und Alterthümer Deutschlands von Dr. med. C. F. Riecke. Nordhausen. A. Rüchting 1868.

***) Die Pfahlbauten und ihre Bewohner von Dr. Reinhold Pallmann. Greifswald. Akademische Buchhandlung 1866.

†) Die Ureinwohner des Scandinavischen Nordens. Ein Versuch in d. comparativen Ethnographie etc. Von S. Nilsson. Aus d. Schwedischen. Hamburg. Otto Meissner 1866.

††) Opferstätte und Grabhügel der Germanen und Römer am Rhein. Von Dr. W. Dorow, k. preuss. Hofrathe etc. Wiesbaden. L. Schellenberg 1826.

als Messer oder Meisel gebraucht wurden und kaum in einem Holzstiel befestigt waren.

Kelt hingegen nenne ich die Instrumente

Desor, p. 59. Fig. 39.
Riecke, Tab. II. Fig. 43.
Pallmann, Tab. II. Fig. 10 und 13, und
Nilsson, Tab. IV. Fig. 47.

Bezüglich dieser von mir durchgeführten Untersuchungen für die folgende Reihe: Deutschland, Oesterreich etc., berührten mich schmerzlich die Worte Simrock's, welche Riecke in seiner so eben erwähnten Schrift als Motto benützt hat, und welche also lauten:

»In Rom, Athen und bei den Lappen
Da spähen wir jeden Winkel aus,
Dieweil wir wie die Blinden tappen
Umher im eignen Vaterhaus.
Ist es nicht eine Schmach und Schande
Dem ganzen deutschen Vaterlande!«

Lappland betreffend stehe ich rein da, die nicht unbedeutende Anzahl von römischen und griechischen Münzen aber, welche ich untersucht habe, werfen den Schein schwerer Schuld auf mich.

Sie wird gemindert diese Schuld durch ein artiges Häuflein von Postscheinen, welche Briefe documentiren, die ich gesendet habe in zahlreiche Gauen dieses deutschen Vaterlandes, bittend um Material für meine Arbeit. — Geringen Erntesegen aber brachte diese Saat; da ich indessen bereits oben den Freunden und Gönnern, welche mich in meiner Arbeit unterstützten, meinen Dank ausgesprochen habe, so bleibt mir kaum etwas Anderes übrig, als denjenigen, welche mir, wenn gleich ablehnend, antworteten, hier ebenfalls aufrichtig zu danken, und, auf der anderen Seite, denen, welche es nicht für gut fanden, mich mit einer Antwort zu beehren, das Versprechen zu geben, sie höchst muthmasslich ferner nicht weiter mit Schreiben zu behelligen.

Werfen wir jetzt einen Blick auf die folgenden Tabellen.

Nr.	Gegenstand. Fundort.	Bemerkungen.
		Schleswig. Holstein.
1	Fibula. Sieverstadt bei Flensburg.	Muthmasslich frühe Eisenzeit. Stark oxydirt.
2	Ring. Fragment. Bordesholm (Holstein.)	Bronzezeit.
3	Desgleichen.	— — —
4	Draht, halbkreisförmig. Holstein.	Mit grüner Patina. Schnitt hellgelb.
5	Draht, gewunden. Holstein.	Bräunlich angelaufen. Bruch grau. Schnitt gelb, brüchig.
		Mecklenburg. Pommern. Brandenburg.
6	Armring. Prislich.	Bronzezeit.
7	Streitaxt. Hausdorf.	»
8	Armring. Ludwigslust.	Eisenzeit.
9	Beschlag zu einem Gefässe.	»
10	Armring. Gegossen. Ludwigslust.	Frühe Eisenzeit. Helle Bronze, brüchig.
11	Wagenbecken. Peccatel.	Kegelgrab. Dünne Bleche. Schöne, goldähnliche Farbe.
12	Kopfring. Peccatel.	Kegelgrab. Reif mit rundlichem 5—6 M. M. starkem Durchschnitt.
13	Gewundener Halsring. Peccatel.	Kegelgrab. 9 M. M, starker Ring, mit Gewinden umschlungen.
14	Ring. Peccatel.	Kegelgrab. Bronzezeit. In grossen Spiralen gewunden.
15	Schwert. Dabel.	Kegelgrab. Bz. Durch die ganze Masse oxydirt.
16	Handring. Dabel.	Kegelgrab. Bz. Stark oxydirt.
17	Kopfring. Dabel.	Kegelgrab. Bz. Stark oxydirt. Zwei steinerne Pfeilspitzen lagen bei.
18	Armring. Lehsen.	Kegelgrab. Bz. Mit Linien verziert.
19	Handberge. (Ring - Fragment.) Pisede.	Kegelgrab. Bz. Metall dehnbar und biegsam.
20	Schmuckkästchen mit Deckel. Sandkrug.	Kegelgrab. Bz. Ziemlich stark oxydirt.
21	Gefäss. Fragment. Weisin.	Kegelgrab. Bz. Dünnes Blech.
22	Kupferne Krone. Assmannshausen.	Bz. Es wurden Bohrspäne zur Analyse angewendet.
23	Getriebenes Bronzegefässe. Ruchow.	Bz. Stark oxydirt.
24	Armring. Ludwigslust.	Uebergangszeit. Helle Farbe, schwach patinirt, brüchig.
25	Hefteln. Fragmente. Hagenow.	Frühe Eisenzeit. Graugrün patinirt.
26	Desgleichen. Wotenitz.	Eisengrab. Graugrün patinirt, spröde.
27	Desgleichen. Pritzier.	Eisengrab. Theilweise zusammengeschmolzen.
28	Spiralhefelfeder. Cammin.	Eisengrab. Grün patinirt, brüchig.
29	Schwert. Tarnow.	Bronzezeit.
30	Schwert. Schönhof.	»
31	Schwert. Quoltiz.	»
32	Schwert. ?	»

Oesterreich.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
87.69	10.68	—	1.30	—	0.33	—	—	—	—	—	Fellenberg.[96]
89.44	9.88	Spur	—	—	0.40	0.28	0.28	—	Spur	Spur	Wibel.
82.02	17.15	Spur	—	—	0.83	0.83	0.83	—	Spur	Spur	Wibel.
84.61	12.13	Spur	2.71	—	0.12	0.43	—	Spur	—	Spur	Bibra.
92.12	7.00	—	—	—	0.53	0.35	Spur	—	—	Spur	Bibra.
86.90	13.10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Santen u. Lisch
74.80	24.08	—	—	1.12	—	—	—	—	—	—	Santen u. Lisch
89.44	6.32	—	4.24	—	—	—	—	—	—	—	Santen u. Lisch
83.60	10.80	—	5.60	—	—	—	—	—	—	—	Santen u. Lisch
84.79	10.72	—	3.60	0.06	0.16	0.67	—	—	—	—	Fellenberg.[136]
87.20	12.75	—	—	—	0.05	—	—	—	—	—	Fellenberg.[81]
86.47	12.78	—	0.20	—	0.12	0.43	—	—	—	—	Fellenberg.[123]
87.47	11.89	—	—	—	0.15	0.39	—	—	—	—	Fellenberg.[124]
88.37	11.15	—	—	—	0.11	0.37	—	—	—	—	Fellenberg.[125]
87.47	11.24	—	0.52	—	0.32	0.45	—	—	—	—	Fellenberg.[126]
87.56	11.91	—	—	—	0.25	0.28	—	—	—	—	Fellenberg.[127]
91.35	8.52	—	—	—	0.06	0.07	—	—	—	—	Fellenberg.[128]
87.71	11.89	—	—	—	0.14	0.26	—	—	—	—	Fellenberg.[129]
88.71	10.62	—	—	—	0.11	0.56	—	—	—	—	Fellenberg.[130]
86.52	12.96	—	—	—	0.17	0.35	—	—	—	—	Fellenberg.[131]
87.79	10.15	—	1.57	—	0.21	0.28	—	—	—	—	Fellenberg.[132]
95.66	1.63	—	0.14	—	2.33	0.24	—	—	—	—	Fellenberg[133]
84.36	15.14	—	—	—	0.50	—	—	—	—	—	Fellenberg.[134]
84.79	10.72	—	3.60	0.06	0.16	0.67	—	—	—	—	Fellenberg.[136]
88.37	1.46	9.60	0.31	0.07	0.19	—	—	—	—	—	Fellenberg.[137]
85.10	14.32	—	0.09	0.01	0.16	0.32	—	—	—	—	Fellenberg.[138]
93.54	5.56	—	0.56	—	0.22	0.12	—	—	—	—	Fellenberg.[139]
80.30	2.85	16.31	0.16	—	0.38	—	—	—	—	—	Fellenberg.[140]
84.16	15.84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Santen u. Lisch
85.00	15.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Hünefeld u. Picht
84.80	15.20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Hünefeld u. Picht
89.00	11.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Klapproth.

Nr.	Gegenstand. Fundort.	Bemerkungen.
		Hannover. Oldenburg. **Anhalt.**
33	Unterarmring. Rützlingen. **Hannover.**	
34	Lanzenspitze. Böddenstedt. Hannover.	
35	Bronzekopf einer eisernen Nadel. Molzen. Hannover.	Frühe Eisenzeit.
36	Grosse Spirale. Lüneburg. Hannov.	Schwache bräunliche Patinaschicht. Metall fest.
37	Schmuckschildchen. Landdrostei Lüneburg. Hannover.	Hügelgrab. Mit Reifen verziert.
38	Buckel. Landdr. Lüneburg. Hannover.	Hügelgrab. Dünnes getriebenes Blech. Gelb, nur theilweise patinirt.
39	Schwertklinge. Fragment. Landdr. Hannover.	Hügelgrab am Deister. Hellgrün patinirt, brüchig.
40	Armring. Landdr. Osnabrück.	Hügelgrab bei Bohmte.
41	Halsring, gewunden. Landdr. Hildesheim.	Hügelgrab. 3—5 M. M. dick, grün patinirt, festes Metall.
42	Gefäss. Fragment. Landdr. Hildesheim.	Hügelgrab. Dünnes Blech.
43	Grosser Spiralring. Landdr. Hildesheim.	Hügelgrab. Dünner Reifen. Stark patinirt, brüchig.
44	Gefäss. Fragment. Stade.	Hügelgrab. Dünnes Blech.
45	Fibula. Fragment. Stade.	Hügelgrab. Bräunliche Patina, festes Metall, goldglänzend. Eisendraht in dem Charnier.
46	Armring. Fragment. Landdr. Lüneburg.	Hügelgrab bei Winsen a. d. Luhe.
47	Diadem. Fragment. Landdr. Lüneburg.	Hügelgrab bei Winsen. 1.5 M. M. dick, stark durch die Masse oxydirt, brüchig.
48	Armring. Fragment. Landdr. Lüneburg.	Hügelgrab. 1 M. M. dick, 10 breit, flach, durch d. Masse oxydirt, aber der Feilstrich metallisch.
49	Armring. Fragment. Landdr. Lüneburg.	Hügelgrab. Rinnenförmig gebogenes Blech, bräunlich patinirt.
50	Schwertklinge. Fragment. Landdr. Lüneburg.	Hügelgrab bei Winsen. Schön grün patinirt. Durch die ganze Masse oxydirt.
51	Grosser Spiralarmring. Landdr. Osnabrück.	Hügelgrab, Feldmark Rigdorf. Flacher 7 M. M. breiter Reif, mit Kante. Stark oxydirt.
52	Lanzenspitze, Tülle. Landdr. Lüneburg.	Hügelgrab bei Bergen. 2 M. M. dick. Durch die Masse oxydirt. Grün patinirt.
53	Grosser Armring. Fragm. Landdr. Lüneburg.	Hügelgrab. Dünnes bräunlich oxyd. Blech, mit Streifen verziert.
54	Buckel. Landdr. Lüneburg.	Hügelgrab bei Dötzingen.
55	Grosses Gefäss. Fragm. Landdr. Lüneburg.	Hügelgrab bei Sottorf. Kaum 1 M. M. stark, durch die Masse oxydirtes Blech.
56	Armring. Fragm. Landdr. Hannover.	Hügelgrab. 10 M. M. breit, 1 dick, mit Linien verziert, stark oxydirt.
57	Grosses Gefäss. Fragm. Stade.	Hügelgrab. Dünnes Blech, Metall, fest, zähe, ductil.

Oesterreich.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
89.92	9.61	—	0.42	0.05	—	—	—	—	—	—	Bodemann.
87.39	12.57	Spur	Spur	0.04	Spur	—	—	—	—	—	Bodemann.
83.89	6.38	—	—	0.04	—	—	—	—	—	—	Bodemann.
88.90	10.22	—	0.10	—	Spur	0.78	—	Spur	—	Spur	Bibra.
87.05	7.86	5.00	Spur	—	Spur	0.09	—	Spur	—	—	Bibra.
80.36	9.17	—	Spur	—	Spur	0.47	—	—	—	—	Bibra.
83.74	15.11	—	Spur	—	Spur	1.15	—	Spur	—	Spur	Bibra.
87.07	12.51	—	Spur	—	Spur	0.62	—	Spur	—	—	Bibra.
85.20	12.80	—	— !	—	Spur	2.00	—	Spur	—	—	Bibra.
82.73	17.20	—	— !	—	Spur	0.07	—	Spur	—	Spur	Bibra.
92.69	7.00	—	— !	—	Spur	0.31	—	—	—	Spur	Bibra.
82.85	3.02	12.87	0.93	—	0.33	Spur	—	Spur	—	—	Bibra.
87.19	1.01	9.70	0.70	—	1.10	0.30	—	—	—	—	Bibra.
84.08	15.72	—	— !	—	Spur	0.20	—	—	—	—	Bibra.
86.10	13.50	—	Spur	—	Spur	0.40	—	Spur	—	—	Bibra.
90.33	7.86	—	Spur	—	1.40	0.41	—	—	—	—	Bibra.
95.91	3.00	—	0.88	—	Spur	0.21	—	Spur	—	Spur	Bibra.
71.47	28.30	—	— !	—	Spur	0.23	—	Spur	Spur	—	Bibra.
86.50	11.72	—	Spur	—	Spur	1.78	—	Spur	—	Spur	Bibra.
83.81	15.72	—	Spur	—	Spur	0.47	—	—	—	Spur	Bibra.
89.13	10.54	—	Spur	—	Spur	0.33	—	Spur	—	—	Bibra.
88.16	10.91	—	Spur	—	Spur	0.93	—	Spur	Spur	—	Bibra.
97.00	3.00	—	— !	—	Spur	Spur	—	—	—	—	Bibra.
85.33	14.22	—	— !	—	Spur	0.45	Spur	Spur	—	—	Bibra.
75.70	3.14	19.05	0.88	—	0.93	0.93	—	Spur	—	—	Bibra.

Nr.	Gegenstand. Fundort.	Bemerkungen.
58	Rohe Statuette. Greveshausen.	Frühe Eisenzeit.
	Oldenburg.	
59	Statuette. Löhnigen.	Frühe Eisenzeit. Schön gearbeitet. Griechisch? Römisch?
60	Muschelförmige Waffe. Bei Bremen.	Im Moore gefunden.
61	Lanzenspitze. Bei Schiffstedt.	Im Stedtlinger Moore.
62	Ring. Zerbst. **Anhalt.**	2 M. M. dick, 5 C. M. Durchmesser, messinggelb. Feinkörnig.
63	Ring. Zerbst.	2 M. M. dick, 5.5 C. M. Durchmesser, messinggelb. Feinkörnig.
64	Kleinerer Ring. Zerbst.	1 M. M. dick, 15 M. M. Durchmesser. Brüchig.
65	Ring. Zerbst.	45 M. M. dick, 5.3 C. M. Durchmesser. Feinkörnig, fest.
76	Ring. Zerbst.	2 M. M. dick, 5.6 C. M. Durchmesser. Messinggelb, festes Metall.
67	Ring. Zerbst.	45 M. M. dick, 5 C. M. Durchmesser. Gelbes, festes Metall.
68	Ring. Zerbst.	Dünner Draht, 4.5 C. M. Durchmesser. Gelb, fest.
69	Dünnes Blech. Zerbst.	Grünlich patinirt, das Metall gut erhalten.
70	Gewundener Draht. Zerbst.	Mit Eisenoxyd überzogen, nicht vollständig zu reinigen.
71	Rippenförmige, grössere Spange. Zerbst.	Wohl zu Rüstzeug gehörig. Gewicht 49.5 Gr. Länge mit der Biegung 15 C. M.
		Rheinlande, Nassau, Hessen.
72	Gefäss. Wahlstadt bei Mannheim.	Dünnere Blechfragmente.
73	Gefäss. Mannheim.	Dünnes Blech, gelbe Farbe.
74	Halskette. Flohnheim.	Die einzelnen Glieder 55 M. M. lang, 20 M. M. breit, von Blech.
75	Ringstück. Langenlonsheim.	Runder Querschnitt von 9 M. M., blaugrau, patinirt.
76	Armspange. Blödesheim.	Vierkantiges Stäbchen. Abgebildet bei Lindenschmit, d. Alterthümer d. heidn. Vorzeit. Heft V. Taf. IV. Fig. 3—4.
77	Armring. Mainz.	Offener Ring. Innen flach, 11 M. M. breit. Aussen gewölbt.
78	Blechstück. Worms.	Mit Strichen verziert.
79	Gefäss. Worms.	Aus einem fränkischen Grabe. Am Rande durch getriebenen Buckel verziert.
80	Gurtschnalle. Worms.	Gegossen, hellgrün patinirt.
81	Blech. (Diese und die folgenden 7 Nummern, am Rhein gefunden, habe ich von Herrn Hofantiquar Pickert erhalten).	Dünnes Blech, mit Linien verziert, wohl Schmuck.
82	Blech.	Ziemlich stark. Fragment einer Vase?
83	Röhrchen.	Dünnes Blech. 2 M. M. im Lichten. Schmuck?

Oesterreich.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
92.58	6.33	—	1.09	—	0.99	—	—	—	—	—	Künzel.
85.41	12.13	—	—	—	0.61	—	—	—	—	—	Künzel.
91.91	6.85	—	—	—	0.44	—	—	—	—	—	Künzel.
90.56	8.23	—	—	—	0.28	—	—	—	—	—	Künzel.
88.63	11.30	—	Spur	—	0.07	Spur	—	—	—	—	Bibra.
91.45	6.00	1.90	0.21	—	Spur	0.44	—	—	—	Spur	Bibra.
83.26	13.62	2.66	Spur	—	Spur	0.34	—	0.10	—	0.02	Bibra.
86.44	10.40	3.12	Spur	—	Spur	0.04	Spur	—	—	Spur	Bibra.
88.85	10.03	0.62	Spur	—	Spur	0.50	—	—	—	—	Bibra.
86.90	10.70	2.40	Spur	—	Spur	Spur	—	Spur	—	Spur	Bibra.
81.64	13.10	3.99	0.97	—	Spur	0.20	—	—	—	0.10	Bibra.
86.23	13.36	—	Spur	—	Spur	0.39	Spur	—	—	0.02	Bibra.
90.39	7.40	1.71	Spur	—	0.10	0.40	—	—	—	Spur	Bibra.
95.74	—	3.71	— !	—	Spur	0.50	—	—	—	0.05	Bibra.
96.06	3.58	—	—	—	0.17	0.19	—	—	—	—	Fellenberg. [141]
84.11	10.73	3.75	0.88	—	0.25	0.28	—	—	—	—	Fellenberg. [142]
98.19	0.12	—	—	0.90	0.17	—	—	0.62	—	—	Fellenberg. [144]
87.10	10.22	—	1.50	—	0.16	1.02	—	—	—	—	Fellenberg. [145]
89.00	10.15	—	—	—	0.12	0.73	—	—	—	—	Fellenberg. [146]
85.76	13.22	—	0.50	—	0.16	0.36	—	—	—	—	Fellenberg. [147]
80.17	15.17	—	1.98	—	0.20	2.48	—	—	—	—	Fellenberg. [148]
77.79	4.67	15.78	1.27	0.12	0.37	—	—	—	—	—	Fellenberg. [149]
81.81	1.59	14.61	1.86	—	0.13	—	—	—	—	—	Fellenberg. [150]
93.29	0.78	3.00	Spur	2.25	Spur	0.57	—	0.11	—	Spur	Bibra.
88.52	—	11.00	—	—	0.15	0.33	Spur	—	—	—	Bibra.
90.83	Spur	9.09	Spur	—	0.08	Spur	—	—	—	Spur	Bibra.

Nr.	Gegenstand. Fundort.	Bemerkungen.
84	Ringförmiges Metallstück.	Guss. 5.47 Grm. Gewicht. Waffenschmuck. Wehrgehänge.
85	Aehnlich wie das vorige.	4.80 Grm. Gewicht.
86	Blechstück.	12 C. M. lang, 7 M. M. obere, 3 M. M. untere Breite. — Totalgewicht 4.35 Grm.
87	Blechstück, Schmuckgegenstand.	Mit zwei runden Oeffnungen, zum Anhängen. Am Rande durch Ausschnitte verziert. — 3.5 C. M. lang.
88	Gewundenes Stäbchen.	2 M. M. Durchmesser. Gewicht 4.0 Grm.
89	Vase, Fragment. In Hessen gefunden.	Von Prof. Lindenschmit erhalten. Die Form javanisch, brüchig, grobkörnig.
		Thüringen.
90	? Merseburg.	— — —
91	? Meiningen, Henneberg.	— — —
		Sachsen, Böhmen; Schlesien.
92	Schwert. Iinec. **Böhmen.**	Bronzezeit.
93	Armring. Iinec.	Bronzezeit.
94	Kelt. Sarka.	Frühe Eisenzeit.
95	Spange. Zelenic.	Frühe Eisenzeit.
96	Kessel. Padomkl.	Frühe Eisenzeit.
97	Paalstab. Icineves.	Bronzezeit.
98	Paalstab. Tuban.	Bronzezeit.
99	Ring. Stockau.	Frühe Eisenzeit.
100	? Ploskowie.	Bronzezeit.
101	Paalstab. Sobenic.	Mit zwei Oehren. Unicum.
102	Paalstab. Sobenic.	Mit einer Handhabe.
103	Ring. Iinec.	— — —
104	Schwert. Roztok.	— — —
105	Ring. Svobodné dvory.	— — —
106	Schwert. Zvolenoves.	Feilspäne.
107	Ring. Tesenov.	— — —
108	Ring. Tuban.	— — —
109	Ring. Okor.	— — —
110	Fragment. ?	Von einem Gefässe.
		Bayern. Baden.
	Die zunächst folgenden Nummern 111 bis 117 habe ich vom Herrn Berg-	
111	Armring. Weltenburg. **Bayern.**	Hügelgrab. Messinggelbe Feilspäne.
112	Armring. Amberg.	Hügelgrab.
113	Blechverzierung. Natterndorf.	Auf Leder befestigt. Dünne, stark oxydirte Bleche.
114	Armring. Höhle bei Neuhaus.	Feilspäne.
115	Blechverzierung. Neumark.	Hügelgrab.
116	Nadel. Pegniz.	Hügelgrab.
117	Nadel. Parsberg.	Hügelgrab.

Oesterreich.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
76.76	7.86	10.00	4.88	—	Spur	0.36	Spur	Spur	—	0.14	Bibra.
92.51	5.24	1.66	Spur	0.28	Spur	Spur	—	0.31	Spur	—	Bibra.
90.03	Spur	9.47	—	—	Spur	0.500	—	—	—	—	Bibra.
80.94	—	17.65	1.00	—	Spur	0.41	—	—	—	—	Bibra.
85.63	—	12.3	—	0.98	0.73	0.53	—	Spur	—	—	Bibra.
85.15	13.87	0.58	—	Spur	0.40	—	—	—	—	—	Bibra.
92.42	7.21	—	—	—	0.14	—	—	—	—	—	Seyffarth.
83.76	8.02	—	—	—	—	—	—	8.22	—	—	Fr. Jahn.
92.90	6.70	—	—	—	0.20	—	—	—	—	—	Liebich.
92.72	6.44	—	—	—	0.84	—	—	—	—	—	Görgey.
90.21	9.03	—	—	—	0.74	—	—	—	—	—	Hlasiwetz.
79.65	9.32	—	7.67	—	2.96	—	—	—	—	—	Liebich.
70.10	5.80	—	23.83	—	Spur	—	—	—	—	—	Quadrat.
94.70	4.70	—	—	—	0.26	—	—	—	0.31	0.31	Hawranek.
92.40	5.20	—	—	—	0.42	—	—	—	1.72	1.72	Hawranek.
87.10	11.64	—	—	—	0.24	—	—	—	0.33	0.33	Hawranek.
94.63	4.31	—	—	0.65	0.41	—	—	—	—	—	Stolba.
94.50	4.69	—	—	0.65	0.14	—	—	—	—	Spur	Stolba.
94.62	4.30	—	—	0.65	0.40	—	—	—	—	Spur	Stolba.
90.04	8.54	—	0.45	—	0.37	—	—	—	—	Spur	Stolba.
88.06	11.21	—	—	—	0.30	—	—	—	—	0.64	Stolba.
91.80	7.73	—	—	—	Spur	—	—	—	—	Spur	Stolba.
88.74	8.73	—	1.48	—	1.07	—	—	—	—	0.34	Stolba.
86.02	11.51	—	2.36	—	0.21	—	—	—	—	Spur	Stolba.
72.49	10.55	—	36.61	—	0.35	—	—	—	—	Spur	Stolba.
83.64	10.66	—	5.47	—	0.23	—	—	—	—	Spur	Stolba.
90.05	9.56	—	—	—	0.39	—	—	—	—	Spur	Stolba.

rath etc. Dr. Gümbel in München erhalten.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
94.92	3.74	—	Spur	—	1.02	0.32	—	—	—	—	Bibra.
85.37	10.46	4.00	—!	—	Spur	0.17	—	Spur	—	Spur	Bibra.
76.37	18.86	4.00	0.55	—	Spur	Spur	—	0.22	—	—	Bibra.
95.05	3.12	Spur	0.72	—	0.80	0.30	—	—	—	Spur	Bibra.
80.14	15.46	3.28	1.12	—	Spur	Spur	—	—	—	—	Bibra.
88.83	10.80	0.87	—!	—	—	Spur	—	—	—	—	Bibra.
90.79	8.20	—	—!	—	0.91	0.10	—	Spur	—	Spur	Bibra.

Nr.	Gegenstand. Fundort.	Bemerkungen.
	Die folgenden 5 Nummern aus den Gräbern bei Grosswallstadt, ohnweit	
118	Ring, rund. Grosswallstadt. Bayern.	Hügelgrab. 5 C. M. Durchmesser, 24 Grm. Gewicht. Schmuck.
119	Grösserer Ring, rund. Grosswallstadt.	Hügelgrab. 6.3 C. M. Durchmesser, 30.5 Gewicht.
120	Desgleichen, oval. Grosswallstadt.	Hügelgrab. 9.5 C. M. Länge, 7.5 C. M. Breite, 6 M. M. Durchm. 68 Grm. Gewicht.
121	Spirale. Grosswallstadt.	Hügelgrab. 2 M. M. Durchmesser, 5 C. M. Breite, 9.90 Grm. Gewicht.
122	Stäbchen, rund. Grosswallstadt.	Hügelgrab. 3 M. M. Durchmesser. — Alle fünf Nummern: Schnitt hellgelb. Bruch röthlich, feinkörnig, fest.
123	Draht mit Oehr. Schwebheim bei Schweinfurt.	Hügelgrab. Gewunden, unten schüsselförmig, breit geschlagen, 10 C. M. lang, bläulich grün patinirt.
124	Draht, scheubenförmig gewunden. Schwebheim.	Hügelgrab. 8.5 C. M. lang, bläulich grün patinirt.
125	Blech. Schwebheim.	Hügelgrab. Dünnes, bläulich grün patinirtes Blechsegment.
126	Zängchen (Pincette.) Schwebheim.	Hügelgrab. Länge 10.3 C. M. Gewicht, 12.2 Grm.
127	Zängchen (Pincette.) Schwebheim.	Hügelgrab. Länge 8.0 C. M. Gewicht, 5.9 Grm.
128	Schnalle. Schwebheim.	Hügelgrab. Breite 25 M. M. Gewicht, 10 Grm. bläulich grün, leicht patinirt.
129	Ring. Schwebheim.	Hügelgrab. Durchmesser 4.5 C. M. Dichte 4 M. M. Gewicht, 40.8 Grm.; bläulich grün, leicht patinirt.
130	Ring. Schwebheim.	Hügelgrab. Fragment, wohl d. vorigen fast gleich.
131	Gefäss. Fragment. Nordheim.	Rand mit Streifen verziert. Schn. u. Br. röthlich, feinkörnig, festes Metall. (Aus der Sammlung des germ. Museums.)
132	Sichel. Fragment. Weissing.	S. u. B. röthlich, nicht so feinkörnig, wie die vorige Nummer, germ. Museum.
133	Armring. Kleinziegenfeld.	S. u. B. röthlich. Germ. Mus.
	Die folgenden 6 Nummern, wohl zuverlässig in Mittelfranken gefunden, aber	
134	Nadel.	Runder Knopf d. Nadel, 16 C. M. lang, bräunlich patinirt, 19.3 Grm. Gewicht.
135	Nadel.	Wie die vorige, 11 C. M. lang, 21.0 Grm. Gewicht.
136	Paalstab.	11 C. M. lang, Gewicht 260 Grm. Schön glänzende grüne Patina, Bruch höchst feinkörnig.
137	Paalstab.	20 C. M. lang, Gewicht 686 Grm. Schmutzig grüne Patina.

Oesterreich.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nikel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker.
Aschaffenburg, habe von H. Lehrer Nunn erhalten.											
89.22	9.74	—	0.41	—	0.23	0.40	—	Spur	—	Spur	Bibra.
88.35	9.40	—	1.66	—	0.59	Spur	—	—	—	Spur	Bibra.
90.72	8.80	—	0.18	—	Spur	0.19	—	—	—	0.11	Bibra.
91.20	8.22	—	0.23	—	Spur	0.35	—	—	—	Spur	Bibra.
90.12	9.01	—	0.21	—	0.41	0.22	—	Spur	—	Spur	Bibra.
86.86	8.62	4.28	Spur	—	Spur	0.24	—	Spur	—	—	Bibra.
86.08	10.53	3.16	Spur	—	0.10	0.13	—	—	—	—	Bibra.
88.00	8.06	3.74	Spur	—	Spur	0.20	—	—	—	—	Bibra.
91.10	7.52	0.72	Spur	—	0.08	0.58	—	—	—	—	Bibra.
88.35	9.43	—	1.20	—	Spur	0.92	—	0.10	—	—	Bibra.
85.77	3.00	6.81	3.15	—	0.97	0.27	—	0.03	—	—	Bibra.
89.17	8.42	—	1.25	—	—!	0.63	—	0.53	—	—	Bibra.
86.86	12.00	—	0.81	—	0.02	0.31	—	—	—	—	Bibra.
89.00	11.00	—	Spur	—	Spur	Spur	—	—	—	—	Bibra.
97.17	2.09	—	Spur	—	Spur	0.61	—	0.13	—	Spur	Bibra.
87.58	11.64	—	Spur	—	Spur	0.78	Spur	Spur	—	—	Bibra.
nähere Bezeichnung des Ortes und Grabes nicht zu ermitteln.											
81.12	15.72	2.00	Spur	—	0.53	0.21	—	0.42	Spur	—	Bibra.
88.31	7.86	3.50	Spur	—	Spur	0.33	—	Spur	—	—	Bibra.
93.80	Spur	5.00	Spur	—	0.88	0.32	—	—	—	—	Bibra.
89.12	10.88	—	Spur	—	Spur	Spur	—	—	—	Spur	Bibra.

Nr.	Gegenstand. Fundort.	Bemerkungen.
138	Paalstab. Bayern.	14 C. M. lang, Gewicht 400. Kupferfarbe. Von unberufener Hand gescheuert.
139	Paalstab mit Oehr.	12 C. M. lang, Gew. 389 Gr., grün patinirt.
140	Ring. Würzburg, unter Fundamenten von Häusern, Juni 1868.	4.8 C. M. Durchmesser, 5 M. M. Durchschnitt. Theilweise sehr stark oxydirt, doch im Innern das Metall gut erhalten.
141	Vase. Fragment. Wiesenfeld bei Karstadt.	In der Sammlung d. histor. Vereins in Würzburg. Nach v. Siebold: d. Form asiatisch.
142	Beil. Landshut.	— — —
143	Beil. Landshut.	— — —
144	Vase. Ihringen am Kaiserstuhl.	Keltisches Hügelgrab. Metall hart und zähe.
		Oesterreich, Ungarn.
145	Pickel. Hallstadt. **Oesterreich.**	Konisch abgerundete Spitze von 10—11 M. M. Durchmesser.
146	Pickel. Aus dem alten Manne der Salzberges von Hallstadt.	Mit Schaftlappen.
147	Kelt. Hallstadt.	Mit Schaftlappen,
148	Erztropfen. Aus dem Bette der Ache bei Bruck im Pinzgau.	Geflossener Regulus.
149	Bronzeknöpfchen. Hallstadt.	Hohl, calottenförmig, 7 M. M. Durchmesser mit angegossenem Oehr.
150	Grosse Haarnadel. Hallstadt.	Glänzend hell- und dunkelgrün patinirt.
151	Hohler Armring. Hallstadt.	1 M. M. starkes Metall, wohl getrieben. Au[f] der inneren Seite offen.
152	Massiv gegossener Armring. Hallstadt.	— — —
153	Verzierter Armring. Hallstadt.	— — —
154	Spiralheftnadel. Hallstadt.	Brillenförmig. 6 concentrische Windungen von 3 M. M. dickem Draht.
155	Nadel mit dickem Knopfe. Hallstadt.	Knopf 12, Nadel 2 M. M. Durchmesser.
156	Heftnadel. Hallstadt.	Schön glänzend, grün patinirt.
157	Blech. Hallstadt.	Dünn, mit eingepressten Punkten u. Streifen verziert.
158	Knöpfchen. Hallstadt.	Als Verzierung auf Leder. (Von H. Bergrath Gümbel.)
150	Bronzeverzierung. Hallstadt.	Napfförmig. (V. H. Bergrath Gümbel.)
160	Gefäss. Steiermark.	Mit Punkten und ringförmigen Verzierungen (Germ. Museum.)
161	Ring. Fragment. Steiermark.	Mit kreis- und schlangenförmiger Verzinnung.
162	Wagen (Hirsch). Judenburg.	Frühe Eisenzeit.
163	Stab des Wagens. Judenburg.	— — —
164	Gewundener Stab. Judenburg.	— — —
165	Schaale. Glein im Saggauthal.	— — —
166	Schüssel. Glein im Saggauthal.	— — —
167	Kessel. Glein im Saggauthal.	— — —

Oesterreich.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
98.98	Spur	—	Spur	—	0.10	0.50	—	0.42	—	—	Bibra.
93.16	6.11	—	Spur	—	0.32	0.21	—	—	—	0.20	Bibra.
88.06	5.23	2.66	3.18	—	0.80	0.07	—	Spur	—	Spur	Bibra.
90.86	2.75	4.54	1.02	Spur	Spur	0.08	—	0.52	0.23	Spur	Bibra.
83.30	16.70	—	Spur	—	—	—	—	—	—	—	Wimmér.
75.00	25.00	—	Spur	—	—	—	—	—	—	—	Wimmer.
73.43	14.85	—	—	—	0.10	1.60	—	—	—	—	Fellenberg.[54]
91.48	5.16	—	1.05	0.84	0.33	1.14	—	—	—	—	Fellenberg.[17]
89.57	8.45	—	0.76	—	0.26	0.96	—	—	—	—	Fellenberg.[17]
89.07	9.60	—	0.50	—	0.26	0.57	—	—	—	—	Fellenberg.[17]
99.58	—	—	—	—	0.42	0.42	—	—	—	—	Fellenberg.[17]
85.19	13.22	—	0.70	0.16	0.19	0.54	—	—	—	—	Fellenberg.[17]
86.29	11.95	—	0.72	0.32	0.31	0.41	—	—	—	—	Fellenberg.[18]
89.14	9.90	—	0.38	0.11	0.13	0.34	—	—	—	—	Fellenberg.[18]
87.26	11.61	—	0.49	0.10	0.15	0.39	—	—	—	—	Fellenberg.[18]
88.86	8.85	—	0.93	0.46	0.21	0.69	—	—	—	—	Fellenberg.[18]
89.32	10.20	—	—	0.04	0.14	0.22	—	—	—	—	Fellenberg.[18]
87.97	9.56	—	1.66	0.22	0.13	0.46	—	—	—	—	Fellenberg.[18]
88.20	10.09	—	1.16	0.06	0.08	0.41	—	—	—	—	Fellenberg[18]
87.39	11.05	—	0.61	0.13	0.19	0.63	—	—	—	—	Fellenberg.[18]
84.28	15.72	—	Spur	Spur	Spur	Spur	—	—	—	—	Bibra.
86.80	11.79	—	0.97	0.13	Spur	0.31	—	—	—	Spur	Bibra.
85.72	13.31	—	Spur	—	0.07	0.90	—	—	—	—	Bibra.
84.22	12.61	—	1.22	—	1.01	0.83	Spur	Spur	—	0.11	Bibra.
87.34	8.19	—	4.47	—	Spur	Spur	Spur	—	—	—	Gottlieb.
91.05	8.27	—	0.01	—	0.07	—	—	—	—	—	Gottlieb.
92.51	6.08	—	—	—	0.51	—	—	—	0.41	0.41	Hawranek.
87.54	12.46	—	Spur	—	Spur	—	—	—	—	—	M. Buchner.
86.62	13.38	—	Spur	—	Spur	—	—	—	—	—	M. Buchner.
85.89	14.11	—	Spur	—	Spur	—	—	—	—	—	M. Buchner.

Nr.	Gegenstand. Fundort.	Bemerkungen.
168	Geschirr. Glein im Saggauthal. **Oesterreich.**	Frühe Eisenzeit.
169	Kette. Glein im Saggauthal.	— — —
170	Draht. Hallstadt.	— — —
171	Ring. Fragment. Debreczin. **Ungarn.**	Verbogener Draht. 2.5 M. M. dick.
172	Schraubenfeder ?	1 M. M. dicker Draht, schrankenförmig ge wunden.
173	Blech. ?	— — —

Schweiz und

Schweiz.

Nr.	Gegenstand. Fundort.	Bemerkungen.
174	Kette. Schaffhausen. **Kant. Schaffhausen.**	Hügelgrab.
175	Gurtbeschläge. Dörfflingen.	Schöne blaugrüne Patina. Blech.
176	Beil. Schaffhausen.	Späne.
177	Gefäss. Pfäffikon. **Kant. Zürich.**	Hügelgrab. Blech.
178	Schwert. Egg.	Schwertspitze 25 M. M. breit. In der Mitt 5 M. M. dick.
179	Geschmolzene Masse. Mutlenz. **Kant. Basel.**	Hügelgrab.
180	Armschlaufe. Subigen. **Kant. Solothurn.**	Dünnes Blech mit Reifen und Zickzacklinie verziert.
181	Schwert. Ober-Illau. **Kant. Luzern.**	Grösserer Waffenfund bei O. J. Das Meta unganz, der Bruch körnig, bräunlich.
182	Schwert. Ober-Illau.	Schlechter Guss, löchrig u. im Bruche blasig
183	Kessel. Münchenbuchsee. **Kant. Bern.**	Aus parallel mit dem Boden zusammengeni ten Schienen bestehend.
184	Armspange. Renzenbühl bei Thun.	Quadratischer Durchschnitt v. 4 M. M. Gut Metall.
185	Beil. Ringolzwyl bei Thun.	Halbkreisförmige Schneide mit schmale Griffe.
186	Beil. Kosthofen bei Affoltern.	Wohlerhaltener Griff mit Randrippen.
187	Beil. Ligerz.	Langer, flacher Schaft mit halbkreisförmige Lappen. Schmale Schneide. Schöne Patin
188	Beil. Langenthal.	Fragment des Schaftes.
189	Beil. Wangen a. d. Aare.	Mit Schaftlappen.
190	Ring. Aus dem Bibersee bei Hageneck.	Fragment.
191	Vase. Ins.	Dünne, stark oxydirte Bleche.
192	Blech. Ins.	Beschläge oder Zierrath einer Radnabe.
183	Armschlaufe. Ins.	Fragmente mit Linien und Kreisen verziert
104	Blech. v. d. Tiefenau.	Höchst dünn. Der grosse Zinngehalt durc Kupferverlust erklärt.
195	Armring. Seebühl b. Thun.	Ovaler 4.5 und 3.5 M. M. starker Querschnit massiv.
196	Schaftlappen eines Kelt. Nydau-Steinberg.	Brüchiges Metall.

Oesterreich.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
87.61	12.39	—	Spur	—	Spur	—	—	—	—	—	M. Buchner.
87.94	12.06	—	Spur	—	Spur	—	—	—	—	—	M. Buchner.
89.92	9.02	—	Spur	0.14	0.06	—	—	—	0.14	0.14	Binko.
88.02	8.63	—	3.12	—	0.11	0.12	0.12	—	—	—	Fellenberg. [95]
95.62	3.51	—	0.39	—	0.18	0.30	0.30	—	—	—	Fellenberg. [74]
92.79	6.78	—	—	—	—	0.43	0.43	—	—	—	Berlin.

Savoyen.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
91.27	7.75	—	0.43	—	0.35	—	0.20	—	—	—	Fellenberg. [28]
86.94	10.38	—	1.12	—	0.96	—	0.60	—	—	—	Fellenberg. [29]
98.17	0.94	—	—	—	0.89	—	—	—	—	—	Fellenberg. [26]
81.61	17.12	—	—	0.06	1.21	—	—	—	—	—	Fellenberg. [25]
89.89	9.35	—	0.16	—	0.14	0.46	—	—	—	—	Fellenberg. [94]
69.77	7.19	—	22.81	—	0.10	0.13	—	—	—	—	Fellenberg. [92]
87.14	11.23	—	0.70	—	0.82	0.11	—	—	—	—	Fellenberg. [59]
89.30	6.71	—	0.28	—	0.29	0.52	—	2.90	—	—	Fellenberg. [84]
86.86	12.17	—	0.29	—	0.19	0.33	—	0.16	—	—	Fellenberg. [15]
84.63	15.09	—	—	—	0.15	—	0.13	—	—	—	Fellenberg. [13]
85.13	14.59	—	—	0.04	0.13	0.11	—	—	—	—	Fellenberg. [41]
88.97	8.05	—	—	0.36	0.41	2.21	—	—	—	—	Fellenberg. [43]
94.04	5.05	—	—	0.05	0.11	0.30	—	—	—	—	Fellenberg. [44]
88.48	10.53	—	0.27	—	0.25	0.47	—	—	—	—	Fellenberg. [45]
90.65	8.33	—	—	—	0.08	0.94	—	—	—	—	Fellenberg. [48]
89.42	8.49	—	0.85	0.17	0.09	0.98	—	—	—	—	Fellenberg. [58]
86.32	3.21	—	1.63	0.67	0.24	0.44	—	7.49	—	—	Fellenberg. [68]
90.05	9.44	—	—	—	0.29	0.22	—	—	—	—	Fellenberg. [69]
82.88	15.85	—	0.85	0.03	0.11	0.28	—	—	—	—	Fellenberg. [70]
84.55	15.16	—	—	—	0.12	0.17	—	—	—	—	Fellenberg. [78]
63.92	33.62	—	0.96	—	0.43	1.07	—	—	—	—	Fellenberg. [76]
85.63	9.38	—	4.64	—	0.07	0.28	—	Spur	—	—	Fellenberg. [82]
89.49	0.18	—	8.88	—	0.13	0.25	Spur	1.07	—	—	Fellenberg. [10]

Nr.	Gegenstand. Fundort.	Bemerkungen.
197	Messerklinge. Nydau-Steinberg. **Kant. Bern.**	Fragment. Zähes Metall.
198	Haarnadel. Nydau-Steinberg.	104 M. M. lang, 3 M. M. dick, ohne Knopf.
199	Sichel. Nydau-Steinberg.	20 bis 28 M. M. breit. Die Schneide gut erhalten.
200	Stäbchen. Nydau-Steinberg.	Vierkantig.
201	Geschmolzene Masse. Nydau-Steinberg.	— — —
202	Armband. Nydau-Steinberg.	Fragment.
203	Armband. Nydau-Steinberg.	Fragment. Rinnenförmig gegossen.
004	Ring. Nydau-Steinberg.	Fragment. Etwa 3 M. M. dick.
205	Ohrringe. Nydau-Steinberg.	100 M. M. lang, 1 M. M. dick, in dünne Spitze auslaufend.
206	Gerolltes Blech. Nydau-Steinberg.	Spiralförmig zu einer Röhre aufgerollt.
207	Sichel. Möhringen-Steinberg.	Fragment. 33 bis 35 M. M. breit. Schneide scharf und wohl erhalten.
208	Geschmolzene Masse. Möhringen-Steinberg.	— — —
209	Kelt. Sutz am Bielersee.	— — —
210	Sichel. ? **K. Neuenburg.**	Aus einem Grabe.
211	Bronze-Fragmente. St. Aubin.	Aus einem Grabe. Unbestimmt.
212	Haarnadeln. Neuenb. See. Stäffis.	Pfahlbau. Das Metall gut erhalten, biegsam.
213	Armband. Neuenb. See. Stäffis.	Pfahlbau. Das Metall etwas hart u. brüchig.
214	Messerklinge. Neuenb. See. Stäffis.	Pfahlbau. Schneide noch scharf. Metall hart, aber brüchig.
215	Erztropfen. Neuenb. See. Stäffis.	Pfahlbau.
216	Geschmolzenes Rad. Cortaillod.	Pfahlbau.
217	Ringe. Station Auvernier. N. See.	Pfahlbau. Etwa 150 Stücke zugl. gefunden.
218	Ornament. La Tène. Neuenb. See.	Pfahlbau. Verziertes Blech.
219	Ring. Neuenb. See.	Ptahlbau.
220	Haarnadel. Neuenb. See.	Pfahlbau. Zierliche Arbeit.
221	Armring. Neuenb. See.	Pfahlbau. Offener Ring mit 4 M. M. quadratischem Querschnitt.
222	Blechfragment. Neuenb. See.	Pfahlbau.
223	Haarnadel. Corcelette am N. See. **K. Waadt.**	Pfahlbau. 15 C. M. lang, 3.5 M. M. dick.
224	Messer. Corcelette am N. See.	Pfahlbau. 55 M. M. lang, 22 M. M. breit, Fragment. Scharfe Schneide. Gut erhalten.
225	Kelt. Corcelette am N. See.	Pfahlbau. Fragment, Schaftlappen.
226	Haarnadel. Concise am N. See.	Pfahlbau (?). 85 M. M. lang, 3 M. M. dick.
227	Bronzevase. Rances bei Orbe.	Fragment. Dünne, stark oxydirte Bleche.
228	Axt. Morsee. Genfersee.	Pfahlbau. Scharfe Schneide.
229	Kelt. Morsee. Genfersee.	Pfahlbau. Mit Schaftlappen u. einem Oehr.
230	Axt. Morsee. Genfersee.	Pfahlbau. Mit langen Schaftlappen, ohne Oehr.
231	Ring. Morsee. Genfersee.	Pfahlbau. Quadratischer Durchschnitt 2 M. M.
232	Gussform eines Kelt. Morsee. Genfersee.	Pfahlbau. Aus zwei Theilen bestehend. Die Schaftlappen noch nicht gebogen. Das geschah erst nach dem Gusse.

Savoyen.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker.
90.71	7.47	—	1.14	0.16	0.10	Spur	0.42	—	—	—	Fellenberg. [101]
94.11	1.21	—	1.35	0.49	0.10	0.95	—	1.79	—	—	Fellenberg. [102]
95.16	0.68	—	2.18	0.07	0.14	0.32	—	1.45	—	—	Fellenberg. [103]
89.06	7.25	—	3.29	0.07	0.13	0.20	—	—	—	—	Fellenberg. [104]
92.48	6.17	—	0.70	—	0.06	0.59	—	—	—	—	Fellenberg. [105]
86.71	8.54	—	4.37	0.04	0.14	0.20	—	—	—	—	Fellenberg. [106]
87.90	7.48	—	3.83	0.16	0.10	0.53	—	—	—	—	Fellenberg. [107]
88.16	8.30	—	2.82	0.12	0.15	0.45	—	—	—	—	Fellenberg. [108]
88.16	10.05	—	0.60	0.09	0.34	0.76	—	—	—	—	Fellenberg. [109]
83.80	13.42	—	1.27	0.08	0.26	1.17	—	—	—	—	Fellenberg. [110]
92.97	4.44	—	0.44	0.20	0.05	0.25	—	0.65	—	—	Fellenberg. [111]
93.91	4.69	—	0.87	0.04	0.07	0.42	—	—	—	—	Fellenberg, [113]
88.15	10.48	—	0.13	0.15	0.07	1.02	—	—	—	—	Fellenberg. [112]
93.35	6.00	—	—	0.03	0.19	0.43	—	—	—	—	Fellenberg. [160]
87.05	11.29	—	1.12	0.04	0.15	0.35	—	—	—	—	Fellenberg. [191]
88.82	6.49	—	3.48	—	0.21	1.00	—	—	—	—	Fellenberg. [9]
87.39	8.67	—	3.26	—	0.13	0.55	—	—	—	—	Fellenberg. [10]
88.38	9.50	—	0.83	0.23	0.34	0.72	—	—	—	—	Fellenberg. [11]
84.48	13.70	—	0.67	0.28	0.09	0.78	—	—	—	—	Fellenberg. [56]
87.66	9.47	—	2.14	0.06	0.20	0.47	—	—	—	—	Fellenberg. [162]
85.26	11.76	—	0.57	0.11	0.16	—	1.61	0.53	—	—	Fellenberg. [167]
86.30	13.03	—	0.34	—	0.18	0.15	—	—	—	—	Fellenberg. [190]
87.80	9.50	—	2.13	—	0.11	0.46	—	—	—	—	Fellenberg. [65]
90.44	6.29	—	1.50	0.48	0.05	1.24	—	—	—	—	Fellenberg. [66]
87.77	10.23	—	0.63	—	0.15	—	1.22	—	—	—	Fellenberg. [97]
92.94	6.71	—	0.16	—	0.04	0.15	—	—	—	—	Fellenberg. [192]
90.19	8.79	—	—	0.11	0.21	Spur	0.70	—	—	—	Fellenberg. [87]
88.54	9.29	—	0.34	0.10	0.22	Spur	1.51	Spur	—	—	Fellenberg. [98]
87.25	9.83	—	1.51	0.13	0.17	1.11	Spur	—	—	—	Fellenberg. [99]
89.02	8.63	—	0.94	0.17	0.16	1.08	—	—	—	—	Fellenberg. [114]
88.67	9.80	—	1.23	—	0.12	0.18	—	—	—	—	Fellenberg. [75]
88.25	9.26	—	Spur	0.12	0.52	1.85	Spur	—	—	—	Fellenberg. [2]
87.06	9.99	—	1.91	0.18	0.31	—	0.55	—	—	—	Fellenberg. [37]
86.90	9.84	—	2.87	0.01	0.11	0.27	—	—	—	—	Fellenberg. [57]
81.65	12.42	—	5.06	—	0.22	0.65	—	—	—	—	Fellenberg. [60]
83.54	9.30	—	6.05	0.07	0.49	0.55	Spur	—	—	—	Fellenberg. [85]

Nr.	Gegenstand. Fundort.	Bemerkungen.
233	Kelt. Morsee. Genfersee. **K. Waadt.**	Pfahlbau. Aus zwei Theilen bestehend. Der Schaftlappen noch nicht gebogen. Das geschah erst nach dem Gusse.
234	Kelt. Villeneuve a. Genfersee.	In einem Schuttkegel gefunden. Ohne Schaftlappen.
235	Haarnadel. Villeneuve a. Genf. S.	4 Zoll Länge, 3.5 M. M. Durchmesser.
236	Nadel. Clarens.	50 M. M. lang.
237	Beilmesser. Chillon.	— — —
238	Messer. Bei Pierre à Niton. **K. Genf.**	Pfahlbau. Genfersee.
239	Kelt oder Keil. Hermance. Genfersee.	Pfahlbau. Mit Schaftlappen und Oehr.
240	Dolchklinge. ? **K. Wallis.**	Griff. 90 M. M., die abgebrochene Klinge, 36 M. M. lang, Breite der Länge am Griff, 3.5 M. M.
241	Dolchgriff. ?	Zur vorigen Nummer gehörig?
242	Armband. Sitten.	— — —
243	Armband. ?	— — —
244	Armring eines Kindes. Sitten.	Draht von 2 M. M. Dicke.
245	Halsgeschmeide. Sitten.	Kinderschmuck.
246	Grosser Armring. Sitten.	Aus einem Frauengrabe. Stark oxydirt.
247	Grosse Haarnadel. Sitter.	Aus demselben Grabe, $1\frac{1}{2}$ Fuss lang! Hohler Knopf, mit symmetrisch gestellten, erbsengrossen Löchern.
248	Armring. Sitten.	Stark oxydirt.
249	Armring. Ayens oberhalb Sitten.	Massiv. Mit eigenthümlichen, ungewöhnlichen Verzierungen. Querschnitt kreisrund.
250	Kette. Kirchthunen (Schweiz.)	— — —
251	Kette. Bückigen.	— — —
252	Gefäss. Dotzigen.	Dünnes, stark oxydirtes Blech.
253	Armschmuck. Dotzigen.	— — —
254	Zierrath. Dotzigen.	— — —
255	Vase. Russikon.	Hügelgrab. Blech-Fragmente. Getrieben.
256	Vase. ? Russikon.	2 bis 3 M. M. Dicke. Guss.
257	Schmuckkette. Wyla.	Stark oxydirt.
258	Fibula. Gennersbrunn.	Am oberen Ende spiralförm. gewundener Draht.
259	Ring. A. d. Schärloche bei d. Enge.	27 M. M. Durchm., 1 M. M. dick, mit Glasringen zusammen in einem Grabe gefunden.
260	Kelt oder Beil. Gwatt-Spiezstrasse.	Der Griff mit erhöhten Randrippen versehen.
261	Kelt oder Beil. Rubigen.	Mit langem Griff, der mit Randrippen versehen ist.
262	Beil. Wangenried.	Langer Schaft, in dessen Mitte kleine halbkreisförmige Schaftlappen.
263	Beil. Maikirch.	Fragment.
264	Kupferregulus. Maikirch.	— — —
265	Fibula. Aaregg, im Worblauffen-Walde.	Zugleich mit farbigen Glasringen in einem Grabe gefunden.

Savoyen.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
89.88	8.25	—	1.05	—	Spur	0.78	0.78	—	—	—	Bischoff.
89.25	10.01	—	—	0.10	0.29	0.35	—	—	—	—	Fellenberg. [35]
89.66	9.60	—	0.12	0.04	0.20	—	0.38	—	—	—	Fellenberg. [87]
90.13	8.65	—	0.38	0.06	0.26	0.52	Spur	—	—	—	Fellenberg. [86]
91.27	8.07	—	0.31	—	0 35	0.35	—	—	—	—	Fellenberg. [20]
87.97	8.66	—	Spur	—	3.37	—	—	—	—	—	Fellenberg. [3]
88.94	9.08	—	1.37	0.05	0.08	0.48	—	—	—	—	Fellenberg. [61]
87.47	10.35	—	0.24	0.15	0.25	1.54	—	—	—	—	Fellenberg. [15]
87.91	9.82	—	0.44	—	0.25	1.58	—	—	—	—	Fellenberg. [15]
89.98	7.26	—	1.22	—	0.11	1.43	—	—	—	—	Fellenberg. [6]
85.21	6.09	—	4.53	—	—	4.17	Spur	—	—	—	Fellenberg. [8]
90.45	7.34	—	1.05	—	0.38	0.83	—	—	—	—	Fellenberg. [30]
89.23	8.93	—	0.87	—	0.32	0.65	—	—	—	—	Fellenberg. [31]
82.07	14.47	—	2.29	0.47	0.55	0.15	—	—	—	—	Fellenberg. [32]
88.82	9.57	—	0.91	—	0.38	0.32	—	—	—	—	Fellenberg. [33]
82.21	16.05	—	1.18	—	0.08	0.48	—	—	—	—	Fellenberg. [52]
90.30	7.44	—	1.62	0.12	0.11	0.41	—	—	—	—	Fellenberg. [53]
83.15	8.20	—	5.88	—	2.09	0.68	—	—	—	—	Fellenberg. [15]
84.75	12.92	—	1.95	—	0.30	0.08	—	—	—	—	Fellenberg. [16]
83.02	16.54	—	Spur	Spur	0.44	Spur	—	—	—	—	Fellenberg. [17]
79.31	18.85	—	0.42	0.10	0.74	0.58	—	—	—	—	Fellenberg. [18]
81.44	16.65	—	0.98	0.11	0.64	0.18	—	—	—	—	Fellenberg. [19]
85.48	13.48	—	—	—	0.53	—	0.51	—	—	—	Fellenberg. [23]
76.40	21.29	—	1.18	—	0.05	1.08	—	—	—	—	Fellenberg. [93]
75.38	11.52	—	12.64	—	0.46	—	—	—	—	—	Fellenberg. [24]
87.21	10.25	—	0.97	—	1.39	—	0.18	—	—	—	Fellenberg. [27]
88.52	10.30	—	0.49	—	0.33	0.36	—	—	—	—	Fellenberg. [39]
90.15	9.14	—	—	—	0.06	0.65	—	—	—	—	Fellenberg. [42]
94.41	5.29	—	—	—	0.10	0.20	—	—	—	—	Fellenberg. [46]
91.73	7.61	—	—	—	0.23	0.43	—	—	—	—	Fellenberg. [47]
83.38	16.06	—	—	—	0.08	0.67	—	—	—	—	Fellenberg. [49]
98.38	0.07	0.09	0.57	—	0.59	—	0.30	—	—	—	Fellenberg. [50]
89.24	9.10	—	1.38	—	0.10	0.18	—	—	—	—	Fellenberg. [51]

Nr.	Gegenstand. Fundort.	Bemerkungen.
266	Kettenglied. Oberhofen. **K. Wallis.**	Schmuck. Durchm. 12 M. M., Dicke 3 M. M.
267	Kettenglied. Sinneringen.	Schmuck. Etwas stärker als die vorige Nummer. Gewicht 2.155 Grm.
	Von den folgenden sechs Pfahlbau-Gegenständen verdanke ich die ersten fünf der Güte des Herrn Desor, die letzte Nummer Herrn Bergrath Güm-	
268	Nadel. Station Auvernier. **K. Neuenburg.**	Gefällige Form, wurde polirt. Totalgew. 0.84 Grm., ganz zur Analyse verwendet.
269	Draht. Fragment. Stäffis. **K. Freiburg.**	Gebogen, Durchschnitt 2.5 M. M.
270	Draht. Fragment. Stäffis.	Halbkreis, Durchschn. 1.5 M. M.
271	Draht. Corcelette. **K. Waadt.**	Gebogen. 12 C. M. lang, 2 M. M. dick.
272	Gegossenes Bronze-Stück. Corcelette.	Vielleicht Gefässrand. Schöner feinkörniger Bruch.
273	Ring. Ammergris (?). Neuenburger See.	Totalgew. 0.91 Grm., ganz zur Analyse verwendet.
		Savoyen.
274	Lanzenspitze. ?	Wohlerhalten. Zur Analyse ein Stück der Dille verwendet.
275	Erzkuchen. Meytet bei Annecy.	In einer antiken Gusshütte mit andern Bronzen gefunden. — Pfahlbau.
276	Kelt. Hermance am Savoyischen Ufer d. Genf. S.	Mit Schaftlappen u. Oehr. — Pfahlbau.
277	Armspange. Bei Thonon im Genfer See.	Dünn, gegossen, innen flach, unten gewölbt. Pfahlbau.
278	Armspange. Bei Thonon im Genfer See.	Wie die vorige Nummer, doch etwas breiter. Pfahlbau.
		England, Schottland,
		England.
279	Schwertklinge. Unter der Chertsey Brücke in London gefunden.	Gewicht 1 Pfund. Länge 17″. Abgebrochen.
280	Nadel. Aboyne	Römisch?
281	Nadel. Aboyne.	—
282	Armband. Aboyne.	—
283	Armband. Aboyne.	—
284	Kelt. Cumberland.	—
285	Kelt. ?	—
		Schottland.
286	Gefäss. Berwickshire, Lauder.	Bronzezeit.
287	Gefäss. Huntly Wood.	—
288	Beil. Mid-Lothian, Pentland.	—
289	Schwert. Edinburg, Duddingst.	—
290	Kessel, Fragm. Edinb., Duddingst.	—
291	Paalstab. Tifeshire, Denino.	—

Savoyen.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
74.66	8.34	—	16.62	—	0.10	0.28	—	—	—	—	Fellenberg. [71]
91.78	5.93	—	1.97	—	0.06	0.26	—	—	—	—	Fellenberg. [71]

bel in München. Sie stammt ebenfalls von Desor.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
84.95	6.50	6.54	Spur	—	0.32	0.72	—	0.97	—	—	Bibra.
88.63	10.50	—	0.50	Spur	Spur	0.37	—	—	—	—	Bibra.
89.86	6.92	2.22	0.82	—	Spur	Spur	—	0.18	—	—	Bibra.
89.32	6.81	2.55	Spur	—	Spur	1.02	—	0.30	—	—	Bibra.
89.66	6.80	1.30	0.85	Spur	1.17	0.22	—	Spur	—	Spur	Bibra.
76.10	10.20	11.11	Spur	—	1.07	0.12	Spur	0.83	0.57	—	Bibra.
87.10	9.99	—	—	—	1.91	—	1.00	—	—	—	Fellenberg. [7]
88.79	9.71	—	—	0.15	0.20	1.15	—	—	—	—	Fellenberg. [161]
88.94	9.08	—	1.37	0.05	0.08	0.48	—	—	—	—	Fellenberg. [61]
87.27	10.62	—	1.38	—	0.73	—	—	—	—	—	Fellenberg. [62]
88.86	8.15	—	1.85	—	0.41	0.73	—	—	—	—	Fellenberg. [63]

Irland.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
89.69	9.58	—	—	—	0.33	—	—	—	—	Spur	Phillips.
84.27	2.36	14.70	—	—	—	—	—	—	—	—	Church.
84.90	1.03	13.00	1.07	—	—	—	—	—	—	—	Church.
86.49	6.76	1.44	4.41	—	—	—	—	—	—	—	Church.
88.19	3.64	9.13	—	—	—	—	—	—	—	—	Church.
91.00	9.00	—	—	Spur	—	—	—	—	—	—	Pearson.
88.00	12.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Pearson.
92.89	5.15	—	1.78	—	—	—	—	—	—	—	Wilson.
88.22	5.63	—	5.88	—	—	—	—	—	—	—	Wilson.
88.05	11.12	—	0.78	—	—	—	—	—	—	—	Wilson.
88.51	9.30	—	2.30	—	—	—	—	—	—	—	Wilson.
84.08	7.19	—	8.53	—	—	—	—	—	—	—	Wilson.
81.19	18.31	—	0.75	—	—	—	—	—	—	—	Wilson.

Nr.	Gegenstand.	Fundort.	Bemerkungen.
			Irland.
292	Kelt.	Dowris.	Bronzezeit.
293	Horn.	Dowris.	—
294	Metallklumpen.	—	—
295	Schwert.	—	—
296	Schwert.	—	—
297	Schwertklinge.		Fragment 8 Unzen schwer. Am Griff $1^3/_4$ am abgebrochenen Ende 1″ breit.
298	Schwertklinge.		Fragment $1^3/_4$″ und $1^1/_4$″ breit.
299	Lanzenspitze.		Gewicht $11^1/_2$ Unzen.
300	Kelt.		Aushöhlung f. d. Stiel u. Oehr. Gew. 10 Unze
301	Kelt.		Ohne Höhlung f. d. Stiel. 1 Pfund.
302	Kelt.		Ohne Höhlung f. d. Stiel. 4 Unzen.
303	Kelt.		Mit Höhlung und Oehr. $5^3/_4$ Unzen.
304	Flacher Kelt.		— — —
305	Hohler Kelt.	Wicklow.	— — —
306	Hohler Kelt.	Cavan.	— — —
307	Lanzenspitze.		— — —
308	Lanzenspitze.		— — —
309	Sense.	Roscomon. Irland.	— — —
310	Schwertgriff.		— — —
311	Schwertklinge.		— — —
312	Dolch.	Cty Down, Newry.	— — —
313	Meissel.		— — —
314	Ring.		Münze (?)
315	Ring.		Hohl.
316	Kessel.		Fragment.
317	Bronzeklumpen.		— — —
318	Speerspitze.	Giants Causeway.	Das analysirte Stück von d. Dille.
			Schweden.
319	Schildblech.	Schonen. Lindholmen.	Bronzezeit.
320	Lanzenspitze.	Schonen. Lindholmen.	—
321	Bronzewagen.	Ystad.	—
322	Barren.	Schonen. Lindholmen.	—
323	Bronzemasse.	Schonen. Lindholmen.	—
			Däne-
324	Schwert.		Bronzezeit. Die folgenden 10 Nummern v der Gesellschaft der Alterthumsforscher i Kopenhagen an Berzelius zur Untersuchun gegeben.
325	Schwert.		Bronzezeit. Längs d. Klinge mit halbrund Erhöhung.
326	Schwert.		Bronzezeit. Längs d. Klinge mit einer Rief

Irland.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
85.23	13.11	—	1.14	—	—	—	—	+	—	0.15	Donovan.
79.34	10.87	—	9.11	—	—	—	—	—	—	—	Donovan.
88.92	11.07	—	Spur	Spur	Spur	—	—	—	—	—	O'Sullivan.
88.63	8.54	—	2.83	—	—	—	—	—	—	—	Davy.
83.50	5.15	—	8.35	—	3.00	—	—	—	—	—	Davy.
85.62	9.58	—	—	—	0.44	—	—	—	—	—	Phillips.
91.79	8.17	—	Spur	—	—	—	—	—	—	Spur	Phillips.
99.71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.28	Phillips.
90.68	7.43	—	1.82	—	Spur	—	—	—	—	Spur	Phillips.
90.18	9.81	—	—	—	Spur	—	—	—	—	—	Phillips.
89.33	9.19	—	—	—	0.33	—	—	—	—	0.24	Phillips.
83.61	10.79	—	3.20	—	0.58	Spur	0.34	—	—	—	Phillips.
86.98	12.57	—	—	0.37	—	—	—	—	—	—	Mallet.
88.30	10.92	—	0.10	—	Spur	—	—	—	Spur	Spur	Mallet.
95.64	4.56	—	0.25	0.02	—	—	—	—	—	—	Mallet.
86.28	12.74	—	0.07	—	0.31	0.09	0.09	—	—	—	Mallet.
84.64	14.01	—	—	—	Spur	—	—	—	0.03	0.03	Mallet.
95.85	2.78	—	0.12	—	1.32	—	—	—	—	—	Mallet.
87.07	8.52	—	3.37	—	—	—	—	—	Spur	Spur	Mallet.
87.97	11.35	Spur	0.28	—	—	—	—	—	Spur	Spur	Mallet.
90.72	8.25	—	0.87	—	—	—	—	—	—	—	Mallet.
91.03	8.39	—	—	—	Spur	Spur	—	0.04	—	—	Mallet.
87.24	9.58	Spur	2.79	Spur	—	—	—	—	—	—	Mallet.
85.89	13.83	—	Spur	—	—	—	—	—	Spur	Spur	Mallet.
88.71	9.46	—	1.66	—	0.03	—	—	—	—	—	Mallet.
66.12	30.62	—	—	0.13	—	—	—	1.91	0.11	0.11	Mallet.
88.42	11.29	—	—	—	Spur	0.29	0.29	—	—	—	Fellenberg.
86.97	13.03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Berlin.
86.19	11.75	—	—	—	1.18	1.18	1.18	—	—	—	Berlin.
92.49	6.34	—	—	—	0.65	0.54	0.54	—	—	—	?
87.11	8.35	4.31	—	—	0.34	—	—	—	—	—	Berlin.
92.08	6.93	—	—	0.96	—	—	—	—	—	—	Berlin.

mark.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
87.72	11.98	0.30	—	—	—	—	—	—	Spur	—	Berzelius.
87.75	11.25	1.00	—	—	—	—	—	—	Spur	—	Berzelius.
86.44	12.56	1.00	—	—	—	—	—	—	Spur	—	Berzelius.

Nr.	Gegenstand. Fundort.	Bemerkungen.
327	Messerklinge.	Bronzezeit. Gelblichrothe Farbe.
328	Messerklinge.	Bronzezeit. Kupferfarbe.
329	Pincette.	Bronzezeit. Gelbe Farbe.
330	Kelt.	Bronzezeit. Mit hölzernem Stiele.
331	Ring.	Bronzezeit. Mit Querstreifen.
332	Spirale.	Bronzezeit. Schmal, halbrund.
333	Schiene.	Bronzezeit. Dreikantig.
334	Kopfring.	Bronzezeit.
335	Sichelförmiges Messer.	—
336	Lanzenspitze. Fühnen.	—
337	Haarring.	—
338	Nadel. Fühnen, Broholm.	—
339	Barren.	—
340	Gefäss. Falster.	—
341	Schwert. Limfjord, Lödderup.	—
342	Säge. Randers Amt.	—
343	Lanzenspitze.	—
344	Pincette.	—
345	Messer.	—
346	Pincette.	—
347	Rohr. Falster.	—
348	Schildblech.	—
349	Beil.	Scheint mehr Waffe als Werkzeug gewesen zu sein.

Nr.	Gegenstand. Fundort.	Bemerkungen.
350	Kelt. Gresse.	— — —
351	Beil.	Hohl, noch mit Gussnaht, scheint als Abzeichen, und nicht als Waffe gedient zu haben.
352	Armspange. Depart. Aude, Narbonne.	Theilweise vergoldet. Mit zahlreichen andern Bronze-Gegenständen zusammen gefunden.
353	Dolch. Aus d. Saone bei Lyon.	Griff 105 M. M. Klinge 170 M. M. Breite der Klinge am Griffe 60 M. M. Hübsch verziert. Trefflich erhalten.
354	Sichel. Depart. Saone u. Loire, Macon.	Fragment.
355	Schwert. Bei Abbeville.	Im Torf gefunden. Klinge 22 Zoll lang, 16 Linien breit.
356	Schwert. Bei Abbeville.	Im Torf. 2 Fuss 5 Zoll lang.
357	Nägel. Bei Abbeville.	Zur Befestigung des Griffes am Schwerte dienend.
358	Schwert. Bei Abbeville.	2 Fuss 9 Zoll lang.
359	Schwert. Bei Abbeville.	1 Fuss $6^1/_2$ Zoll lang.
360	? Im Holze bei Agena gefunden.	Metall weiss und hart.
361	? Normandie, Cherbourg.	— — —
362	? Nogent.	Metall gelb, hart, die Späne brüchig. In einem seit Jahrhunderten verlassenen Steinbruche gefunden.

mark.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
91.75	7.25	1.00	—	—	—	—	—	—	Spur	—	Berzelius.
96.94	2.06	1.00	—	—	—	—	—	—	Spur	—	Berzelius.
89.80	9.70	0.50	—	—	—	—	—	—	Spur	—	Berzelius.
93.49	5.51	1.00	—	—	—	—	—	—	Spur	—	Berzelius.
88.81	10.60	—	—	—	—	0.59	0.59	—	Spur	—	Berzelius.
87.88	11.12	1.00	—	—	—	—	—	—	Spur	—	Berzelius.
90.02	9.65	0.33	—	—	—	—	—	—	Spur	—	Berzelius.
90.88	8.31	—	—	—	—	0.36	0.36	—	—	—	Berlin.
87.76	11.89	—	—	—	—	0.27	0.27	—	—	—	Berlin.
88.16	9.94	—	—	—	0.47	0.80	0.80	—	—	—	Berlin.
89.57	9.86	—	—	—	0.57	0.57	0.57	—	—	—	Berlin.
91.33	8.10	—	—	Spur	—	0.57	0.57	—	—	—	Berlin.
76.16	22.85	0.99	—	—	—	0.99	—	—	—	—	Berlin.
89.40	9.15	—	—	1.45	—	Spur	Spur	—	—	—	Berlin.
85.25	14.30	—	—	—	—	0.45	0.45	—	—	—	Berlin.
93.00	6.01	—	—	0.43	0.56	0.56	0.56	—	—	—	Berlin.
92.46	6.65	—	—	Spur	0.89	0.89	0.89	—	—	—	Berlin.
93.92	5.47	—	—	—	0.61	0.61	0.61	—	—	—	Berlin.
86.55	12.60	—	—	—	0.85	0.85	0.85	—	—	—	Berlin.
93.61	6.06	—	—	—	—	0.33	0.33	—	—	—	Berlin.
88.90	10.61	—	—	—	0.49	0.49	0.49	—	—	—	Berlin.
83.79	15.73	—	—	—	—	0.48	0.48	—	—	—	Berlin.
96.47	2.08	—	—	0.76	0.38	0.31	—	—	—	—	Fellenberg. [4]

reich.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
92.00	6.70	—	0.69	—	0.29	0.31	0.31	—	—	—	Fresenius.
65.05	4.91	—	29.58	—	0.46	—	—	—	—	—	Fellenberg. [5]
85.32	13.75	—	0.73	—	0.02	0.18	—	—	—	—	Fellenberg. [64]
96.64	1.95	—	—	—	0.43	0.98	—	—	—	—	Fellenberg. [16]
94.28	5.14	—	0.06	—	0.06	0.46	—	—	—	—	Fellenberg. [16]
86.47	13.53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	D'Arcet jun.
85.00	15.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	D'Arcet jun.
95.00	5.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	D'Arcet.
90.00	10.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	D'Arcet.
96.00	4.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	D'Arcet.
81.24	18.76	—	—	—	—	—	—	—	Spur	—	Moëssard.
89.29	10.71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Moëssard.
90.52	9.48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Moëssard.

Nr.	Gegenstand. Fundort.	Bemerkungen.
363	Schwert? Römisches Lager von Bailleul-sur-Therrain bei Bresle.	Metall gelb, hart, die Späne brüchig. In einem seit Jahrhunderten verlassenen Steinbruche gefunden.
364	? Römerlager bei Bresle.	Metall gelb.
365	? Bei Pont-Sainte Maxence.	Metall weich.
366	? Bei Pont-Sainte Maxence.	Metall weisslich, hart.
367	Ring. Diepe.	Gallisch-römisches Grab. IV. Jahrhundert. Brüchig, Bruch grau.
368	Ring. Diepe.	Gallisch-römisches Grab. IV. Jahrhundert. Weniger spröde, Bruch schwach gelblich.
369	Beil, gallisch. Antifer bei Êtretat.	— — —
370	Spiegel. Gallo-römischer Begräbnissplatz zu Cony.	— — —
371	Alte Bronze (?) Knochensäle bei Perigord. (Langerie-Grotte, Dordogne.)	(Die Patina dieser Bronze hat Terreil ebenfalls untersucht, davon weiter unten.)
372	Ring. Gallisches Grab bei Muckweiler. Elsass.	Weisslicher Ueberzug. Schon dieser 4.25 M. M. dick, 173 M. M. Durchmesser.
373	Ring. Dasselbe Grab.	Fragment. Durchmesser 60—70 M. M. blauweisse Patina.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
82.80	17.20	—	—	—	—	—	—	—	Spur	—	Moëssard.
80.29	19.71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Moëssard.
90.44	9.56	—	—	Spur	—	—	—	Spur	Spur	—	Moëssard.
88.02	11.98	—	—	Spur	—	—	—	—	Spur	—	Moëssard.
75.55	23.52	—	0.47	—	—	—	—	—	—	—	Salvétat.
79.93	15.73	—	3.50	—	—	—	—	—	—	—	Salvétat.
85.90	14.10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Girardin.
87.50	21.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Girardin.
85.98	12.64	0.51	1.09	—	Spur	—	—	—	—	—	Terreil.
89.71	7.78	—	1.29	0.41	0.52	—	—	—	—	—	Kopp.
84.76	13.31	—	1.80	0.40	Spur	—	—	—	—	—	Kopp.

Nr.	Kupfersorte.	Bemerkungen.
	Kupfersorten.	
1	Schwarzkupfer.	Aus kiesigen Erzen in Mansfeld.
2	Garkupfer.	Dieselben Erze. Produkt der Reinigun
3	Hammergarkupfer.	Dieselben Erze. Letzte Reinigung.
4	Schwarzkupfer.	Borsbaanya in Ungarn. Enthielt noch Spur Wismuth u. Sauerstoff.
5	Schwarzkupfer.	Borsbaanya. Enthielt Gold, Spur Wi Sauerstoff.
6	Rosettenkupfer.	Jachberg. Tyrol. Kupfer durch Verlu bestimmt.
7	Gegossenkupfer.	Jachberg. Kupfer durch Verlust.
8	Regulus aus Rosettenkupfer.	Mittenberger Gesellschaft. Salzburg. I d. Verlust.
9	Regulus aus Rosettenkupfer.	Mittenberger Gesellsch. S. Kupfer d. V
10	Rosettenkupfer.	Aus Serbien.
11	Barrenkupfer.	Russland.
12	Barrenkupfer.	Russland.
13	Rosettenkupfer.	Ungarn. Banat.
14	Desgleichen.	Ungarn. Banat. Spur Titan.
15	Desgleichen.	Oesterreich. Mittenberger.
16	Desgleichen.	Ungarn. Banat.
17	Desgleichen.	Tyrol.
18	Desgleichen.	Tyrol. Ahrner.
19	Desgleichen.	Tyrol.
20	Desgleichen.	Nassau. Dillenburg.
21	Barren.	Nassau.
22	Rosettenkupfer.	Hessen. Vogelsberg.
23	Barren.	Schweden. a. c. w.
24	Barren (?)	England. Kupfer als Verlust. Wismuth
25	Barren (?)	England. Kupfer als Verlust. Wismuth
26	Barren (?)	Spanien. K. als V. Silber anwesend nicht bestimmt.
27	Plattenkupfer.	Manilla. Silber anwesend. Wismuth 0
28	Barren.	Chile. Silber anwesend.
29	Desgleichen.	Chile. Silber anwesend. Wismuth Sp
30	Desgl.	Nordamerika. Lake superior.
31	Desgl.	Nordamerika. Lake superior. Minneso
32	Desgl.	Nordamerika. Baltimore.
33	Desgl.	Australien. Kapunda.
34	Desgl.	Australien. Wallaroo.
35	Desgl.	Australien. W. M. C.
36	Desgl.	Australien. W. F. et Comp.
	Geräthschaften aus Kupfer.	
37	Ornament. Engelskopf.	Getriebene schöne Arbeit. Wohl End 16. Jahrhunderts.
38	Theekanne.	Ende des 18. Jahrhunderts.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
92.68	—	1.72	1.87	0.11	1.93	0.62	0.62	—	—	0.99	?
97.17	—	—	0.41	0.03	0.07	0.34	0.34	—	—	0.01	?
99.73	—	—	0.15	0.03	—	0.10	0.10	—	—	—	?
81.31	—	0.86	8.48	0.32	4.76	0.44	0.44	0.70	1.13	0.88	Lill.
81.43	—	0.80	7.51	0.32	6.50	0.44	0.44	0.84	0.85	0.80	Lill.
—	—	—	—	—	Spur	0.64	Spur	Spur	Spur	—	Lill.
—	—	—	—	—	Spur	0.55	—	0.09	Spur	—	Lill.
—	—	—	—	Spur	0.82	0.72	Spur	Spur	Spur	—	Lill.
—	—	—	—	Spur	0.49	0.70	Spur	Spur	Spur	—	Lill.
99.57	—	—	—	0.006	—	Spur	Spur	—	0.102	0.261	Eschka.
99.70	—	—	—	—	Spur	0.30	—	Spur	—	—	Bibra.
99.72	—	—	Spur	—	0.01	0.27	—	Spur	—	—	Bibra.
99.85	—	—	—	Spur	Spur	0.15	—	—	—	—	Bibra.
96.92	—	—	—	—	2.55	0.50	—	Spur	—	0.03	Bibra.
99.57	—	—	—	0.02	0.02	0.39	—	Spur	—	—	Bibra.
99.70	—	—	—	0.01	0.02	0.27	—	—	—	—	Bibra.
99.39	—	—	Spur	—	0.05	0.56	—	Spur	—	—	Bibra.
99.89	—	—	—	—	Spur	0.11	—	—	—	—	Bibra.
99.81	—	—	—	Spur	0.02	0.13	—	Spur	0.04	—	Bibra.
99.92	—	—	—	—	0.02	0.06	—	Spur	—	—	Bibra.
99.78	—	—	—	0.01	0.08	0.13	—	Spur	Spur	—	Bibra.
99.72	—	—	—	—	Spur	0.28	—	—	—	—	Bibra.
99.70	—	—	—	—	0.03	0.27	—	Spur	—	—	Bibra.
—	—	—	—	0.03	Spur	—	—	—	0.03	—	Abel u. Field
—	—	—	—	0.02	Spur	—	—	—	0.04	—	Abel u. Field
—	—	—	—	—	Spur	—	—	0.76	3.31	—	Abel u. Field
—	—	—	—	—	Spur	—	—	0.65	1.24	—	Abel u. Field
—	—	—	—	—	0.43	—	—	Spur	0.04	—	Abel u. Field
—	—	—	—	—	0.51	—	—	0.50	0.07	—	Bibra.
99.97	—	—	—	—	0.03	—	—	—	Spur	—	Bibra.
100.00	—	—	—	—	Spur	Spur	—	—	Spur	—	Bibra.
99.90	—	—	Spur	Spur	0.02	0.07	—	0.01	—	—	Bibra.
99.63	—	—	—	Spur	0.13	0.31	—	—	0.03	—	Bibra.
99.64	—	—	—	0.02	0.08	0.22	—	Spur	0.04	—	Bibra.
99.85	—	—	—	—	Spur	0.15	—	Spur	Spur	—	Bibra.
99.86	—	—	—	—	0.01	0.13	—	—	—	—	Bibra.
97.90	0.36	1.53	Spur	—	0.11	Spur	—	0.10	Spur	—	Bibra.
98.02	Spur	1.69	Spur	—	0.09	0.20	—	—	—	—	Bibra.

Nr.	Gegenstand.	Bemerkungen.
39	Leuchter.	18. Jahrhundert.
40	Backwerkform.	18. Jahrhundert.
41	Desgleichen.	18. Jahrhundert.
42	Desgl.	Ende des 17. Jahrhunderts.
43	Desgl.	17. Jahrhundert.
44	Kupferziegel, vergoldet. Vom Thurme der Lorenzer Kirche in Nürnberg.	Mit Kupfer gedeckt 1498. Abgebrannt 1865.
	Kupfermünzen. 19. Jahrhundert.	
45	Oesterreicher Kupferkreuzer.	1816. A. Totalgewicht 8.75 Grm.
46	Halber österreich. Kupferkreuzer.	1816. A. Totalgew. 4.32 Grm.
47	Oesterreicher Kupferkreuzer.	1851. A. Totalgew. 5.75 Grm.
48	Ein Viertel österr. Kupferkreuzer.	1851. A. Totalgew. 1.38 Grm.
49	IV. Centesimi imperio Austriaco.	1852. V. Totalgew. 5.20 Grm.
50	Oesterreicher Kupferkreuzer.	1859. A. Totalgew. 3.54 Grm.
51	Oesterreicher Kupferkreuzer.	1860. B. Totalgew. 3.26 Grm.
52	Badischer Kupferkreuzer.	1852. Totalgew. 3.86 Grm.
53	Russische kleinere Kupfermünze.	1850. B. M. Totalgew. 2.59 Grm.
54	Englische Kupfermünze.	1802. Totalgew. 26.55 Grm.
55	Griechische Kupfermünze II Lepta.	1833. Totalgew. 2.45 Grm.
56	Griechische Kupfermünze V Lepta.	1842. Totalgew. 6.26 Grm. Aus erbeuteten türkischen Kanonen.
57	Belgische Kupfermünze V Cent.	1852. Totalgew. 9.73 Grm.
58	Westphalen. Hiron. Napoleon.	1809. Totalgew. 4.12 Grm.
59	Würtemberg.	1831. Totalgew. 1.90 Grm.
60	Schweiz. Bazen. St. Gallen.	1809. Totalgew. 1.70 Grm.
61	Buenos Ayres.	Anfang dieses Jahrh. Totalgew. 6.40 Grm.
62	Münze von Marokko. Fels oder Tchabo genannt.	19. Jahrhundert. Totalgew. 8.10 Grm.
63	Münze aus Spanien.	1856. Silber anwesend, nicht bestimmt. Wismuth Spur.
64	Münze aus Nordamerika.	1849. Wismuth Spur.
65	Münze aus Chile.	1858. Wismuth Spur.
	Kupfermünzen aus dem vorigen Jahrhundert, und ältere.	
66	Englische Münze, geprägt für die jonischen Inseln.	Ende des 18. Jahrhunderts. Totalgew. 4.40.
67	Französische Republik.	1791. Totalgew. 17.63 Grm.
68	Münze von Wismar. (Mecklenburg Schwerin.)	1735. Totalgew. 2.34 Grm.
69	Münze von Wismar. Drei Pfennige.	(1854). Totalgew. 2.95 Grm.
70	Mailänder Münze. Carl Herzog.	1711—1740. Totalgew. 1.48 Grm.
71	Münze von Westphalen.	1692. Verschlungenes GA. Totalgew. 230 Grm.
72	Münze von Venedig.	1600. Totalgew. 1.35 Grm.
'3	Münze von Ferrara. Herzog Alphons III.	1558—1597. Totalgew. 0.90 Grm.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
92.90	0.59	5.81	0.19	Spur	0.33	0.06	Spur	0.12	—	Spur	Bibra.
97.92	0.22	1.66	Spur	—	0.13	Spur	—	0.07	—	—	Bibra.
98.89	0.03	1.01	Spur	—	0.07	Spur	—	Spur	—	—	Bibra.
99.00	Spur	0.63	Spur	—	0.07	0.30	—	Spur	—	—	Bibra.
99.34	Spur	0.63	Spur	Spur	0.03	Spur	—	—	—	—	Bibra.
99.27	0.22	—	0.50	—	0.01	—	—	Spur	—	—	Bibra.
99.27	—	Spur	Spur	—	Spur	0.73	—	—	—	—	Bibra.
99.58	0.42	—	Spur	—	Spur	Spur	—	Spur	—	—	Bibra.
99.75	0.25	—	Spur	—	Spur	Spur	Spur	Spur	—	—	Bibra.
99.87	0.04	—	Spur	—	Spur	0.09	—	Spur	—	—	Bibra.
98.96	0.03	—	Spur	—	1.01	Spur	Spur	Spur	—	—	Bibra.
99.94	0.06	—	—	—	Spur	Spur	—	Spur	—	—	Bibra.
99.66	0.27	Spur	Spur	—	Spur	0.07	Spur	Spur	—	—	Bibra.
99.25	0.71	—	Spur	—	Spur	0.01	—	0.03	—	—	Bibra.
98.99	0.80	—	Spur	—	Spur	Spur	—	0.21	—	—	Bibra.
99.77	0.13	—	Spur	—	Spur	0.10	—	Spur	—	—	Bibra.
99.28	0.70	—	Spur	—	Spur	Spur	—	0.07	—	—	Bibra.
94.94	4.30	—	0.98	0.02	Spur	0.21	—	Spur	—	—	Bibra.
100.00	Spur	—	Spur	—	Spur	Spur	—	—	—	—	Bibra.
98.44	0.34	1.22	Spur	—	Spur	Spur	—	Spur	—	—	Bibra.
99.63	0.30	—	Spur	—	Spur	0.07	—	Spur	—	—	Bibra.
96.47	1.00	1.53	0.20	—	Spur	0.73	—	—	—	—	Bibra.
89.48	0.21	—	Spur	—	—	0.31	—	—	—	—	Bibra.
83.62	3.20	6.58	6.60	—	Spur	—	—	Spur	Spur	—	Bibra.
—	Spur	—	—	—	0.03	—	—	—	0.30	—	Abel u. Field
—	Spur	—	—	Spur	Spur	—	—	—	Spur	—	Abel u. Field
—	Spur	—	—	Spur	0.04	—	—	—	Spur	—	Abel u. Field
98.91	0.73	—	0.05	—	0.07	0.24	—	Spur	Spur	—	Bibra.
99.69	0.13	—	0.05	—	—	—	—	Spur	—	—	Bibra.
99.90	0.03	—	—	—	—	0.07	—	—	—	—	Bibra.
99.85	0.13	Spur	—	Spur	Spur	0.02	—	Spur	Spur	—	Bibra.
99.84	0.05	—	Spur	—	0.05	0.06	—	—	—	—	Bibra.
95.25	0.42	3.21	0.10	—	—	1.02	—	—	Spur	—	Bibra.
97.64	1.01	0.57	Spur	—	Spur	0.78	—	Spur	—	—	Bibra.
98.60	1.00	—	0.40	—	Spur	—	—	—	—	—	Bibra.

Nr.	Gegenstand.	Bemerkungen.
74	Münze von Aragonien. Philipp II. Rex Arag. Rex. Hierosolymä.	1554—1589. Totalgew. 3.20 Grm.
75	Münze von Mantua. Franz II. Markgraf.	1484—1519. Totalgew. 1.22 Grm.
76	Sicilien. Wilhelm II.	1166—1189. Totalgew. 9.47.
	Geräthschaften aus Zinn.	
77	Leuchter. Gewundener Schaft.	Etwa Anfang des 18. Jahrh. Zeichen: Fliegender Engel.
78	Vorleglöffel. Gewundener Stiel.	Etwa Mitte des 18. Jahrh.: ohne Zeichen.
59	Zuckerschale.	Anfang des 18. Jahrh.: ohne Zeichen.
80	Kaffeekanne.	Mitte des 18. Jahrh. Englisch Zinn. Zeichen: TH. TISH. SHEFFIELD. 1103.
81	Löffel.	Anfang des 19. Jahrh. Zeichen unleserlich.
82	Löffel.	Mitte des 18. Jahrh. Ohne Zeichen.
83	Löffel.	Anfang des 19. Jahrh. Ohne Zeichen.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
99.88	0.22	—	Spur	—	Spur	Spur	—	—	Spur	—	Bibra.
98.13	0.42	0.42	0.20	Spur	Spur	0.83	Spur	Spur	—	—	Bibra.
99.76	0.05	—	0.04	Spur	0.10	0.05	—	Spur	—	—	Bibra.
0.50	99.40	—	0.10	—	Spur	—	—	Spur	—	—	Bibra.
0.61	86.01	—	12.90	—	0.23	—	—	0.25	—	—	Bibra.
0.72	99.01	—	Spur	—	0.27	—	—	—	—	—	Bibra.
0.40	99.55	—	Spur	—	0.05	—	—	—	—	—	Bibra.
0.20	99.80	—	Spur	—	Spur	—	—	Spur	—	—	Bibra.
1.20	98.40	—	Spur	—	Spur	—	—	0.40	—	—	Bibra.
0.97	97.41	—	1.30	—	Spur	—	—	0.32	Spur	—	Bibra.

Die Kupferlegirungen aus Deutschland, Oesterreich, Schweiz, Savoyen, England, Schottland, Irland, Dänemark, Schweden, Frankreich.

(Anhang: Käufliches Kupfer, Kupfer- und Zinngeräthe, neuere Münzen.)

Ausgrabungen in Deutschland und Oesterreich, Schweiz, England, Dänemark, Schweden, Frankreich.

Uebersicht.

Da die gegenwärtige Reihe von Untersuchungen den Haupttheil des vorliegenden Schriftchens abschliesst, da dasselbe eine rein chemische Richtung eingehalten, und wie der gelehrte Leser bemerkt haben wird, nur hie und da einen schüchternen Blick auf das unermessliche Gebiete der Archäologen geworfen hat, so mag es statthaft sein, hier, den aufgeführten Analysen gegenüber, die Schlussfolgerungen aufzuführen, zu welchen einige Chemiker gelangt sind, welche grössere Reihen solcher Analysen geliefert haben, und zugleich die Methoden zu berühren, deren sie sich bei ihren Untersuchungen bedienten. Auf gleiche Weise theile ich die Ansichten Wibel's mit, welcher eben auf die vorstehende Gruppe sein besonderes Augenmerk richtete.

Göbel (1842) wendete 15 bis 30 Grane des vorher sorgfältig gereinigten Gegenstandes an. Dann wurde in Salpetersäure gelöst, nach erfolgter Lösung erwärmt mit Wasser verdünnt, gekocht, und, nachdem sich das Zinnoxyd abgesondert hatte, filtrirt und das rückständige Zinnoxyd geglüht und gewogen.

Das Filtrat wurde mit Chlornatrium auf Silber, und mit schwefelsaurem Natron auf Blei geprüft.

Das abfiltrirte schwefelsaure Blei wurde geglüht und auf Blei berechnet.

Das saure Filtrat wurde hierauf mit Schwefelwasserstoff behandelt, das Schwefelkupfer abfiltrirt und, nach Verjagung des Schwefelwasserstoffes, das etwa vorhandene Zink mit kohlensaurem Kali gefällt, geglüht, gewogen, berechnet.

Das Kupfer wurde bei der überwiegenden Anzahl von Analysen aus dem Verluste bestimmt. Spuren von Silber und Arsen und Schwefel, welche sich hier und da vorfanden, wurden nicht berücksichtigt.

Die Folgerungen, welche Göbel aus historischen Notizen zieht, sind folgende.

Kupfer für sich allein wurde von den ältesten Völkern und in den frühsten Zeiten und eben so auch später angewendet. Form und Fundort müssen daher entscheiden, welchem Volke der Fund angehörte.

Bei Legirungen vermag die Chemie Aufschluss zu geben.

Die ältesten Legirungen der Griechen bestanden aus Kupfer und Zinn, doch war das Blei nicht gänzlich ausgeschlossen.

Die römischen Legirungen waren ähnlich, Kupfer und Zinn, bald mit, bald ohne Blei, indessen haben die meisten einen Zinkgehalt, und was nur eine Spur von Zink enthält, zeigt auf römische Abstammung hin. (Schon oben habe ich gezeigt, dass Spuren von Zink auch in griechischen Münzen vorkommen, und dass eine Spur keineswegs entscheidet. Für grössere, für absichtlich zugesetzte Mengen mag Göbel Recht behalten.)

Sämmtliche »antike« Gegenstände theilt Göbel ihren Bestandtheilen nach dann in folgende Gruppen:

I. Legirungen aus Kupfer und Zinn.
II. Legirungen aus Kupfer, Zinn und Blei.
III. Legirungen aus Kupfer und Zink.
IV. Legirungen aus Kupfer, Zink und Zinn.
V. Legirungen aus Kupfer, Zink, Zinn und Blei.

Geringe Beimengung anderer Metalle, mit Ausnahme des Zinks, übt keinen Einfluss aus.

Die Schlüsse, welche Göbel bezüglich seiner Analysen von Gegenständen aus den Ostseegouvernements zog, habe ich bereits oben angeführt. Bezüglich der von ihm gemachten chemischen Erfahrungen im Allgemeinen aber wiederholt er dann, dass die griechischen, die ägyptischen und die aus Asien stammenden Legirungen Kupfer, Zinn, oder auch Kupfer, Zinn und Blei enthalten, und dass eine Beimengung von Zink stets auf römische Abkunft deutet, und dann bringt er die römischen Münzen in vier Abtheilungen, welche den oben angegebenen II. III. IV. und V. entsprechen. I. fehlt.

Phillips (1852) versuchte zuerst, bezüglich der chemischen Analysen, sich eine Legirung von Kupfer, Zinn, Blei und Silber herzustellen, um an derselben die Zuverlässigkeit seines analytischen Verfahrens prüfen zu können. Da aber beim Zusammenschmelzen der Metalle Verluste statt fanden, wendete er später als Probe-Mengung geringere Partien der betreffenden reinen Metalle an, welche zusammen gegeben, und mit Salpetersäure gelöst wurden.

Das durch Abdampfen erhaltene Zinnoxyd wurde, nach Behandlung des Rückstands mit Wasser, filtirt, geglüht und gewogen, das Blei durch Schwefelsäure ausgefällt, und das nachher erhaltene Chlorsilber mit kohlensaurem Natron und weinsaurem Kali gemengt, und zusammen mit regulinischem Blei, Borax und kohlensaurem Natron in einem Tiegel geschmolzen und hierauf in der Muffel behandelt.

Das Kupfer wurde mit Aetzkali gefällt.

War Eisen, Nickel und Kobalt anwesend, so fällte Phillips das Kupfer aus saurer Lösung durch Schwefelwassertoff, und trennte das nicht mit niedergeschlagenen Eisen von Kobalt und Nickel durch benzöësaures Ammoniak, und die beiden letzten Metalle durch Cyankalium. Geringe Mengen desselben wurden zusammen gewogen.

Der Schwefel wurde bei Abwesenheit von Blei durch Chlorbarium erkannt und bestimmt.

Phillips nimmt an, dass die älteren Münzen vorzugsweise aus

Kupfer, Zinn und Blei zusammengesetzt sind, die Beimengungen von Eisen, Kobalt, Nickel und Schwefel kommen von den verwendeten Erzen her und sind von keiner sonderlichen Bedeutung.

Die Hauptbestandtheile der Schwerter und anderer schneidenden Instrumente sind Kupfer und Zinn und hier und da eine geringe Menge von Blei, wahrscheinlich um die Legirung einigermassen zähe zu machen.

Das Zink tritt erst kurz vor Beginn der christlichen Zeitrechnung in den römischen Münzen auf, verschwindet aber um die Zeit der dreissig Tyrannen und wird dann durch Silber ersetzt. Dieser Silbergehalt wechselt von 0.76 bis 8.0 pCt., und es ist nicht unwahrscheinlich, dass das Silber absichtlich zugesetzt wurde, um den Werth der Münzen zu erhöhen.

Den grossen Bleigehalt des römischen As und seiner Bruchtheile erklärt Phillips aus dem Bestreben das Metall dieser gegossenen Münzen leichtflüssiger zu machen.

Man sieht, dass die Resultate, welche Phillips aus seinen Untersuchungen gezogen hat, ganz gut mit meiner, bereits oben bei den Legirungen der Römer ausgesprochenen, Ansicht stimmen, mit Ausnahme des, über den Silbergehalt der römischen Münzen, Gesagten. Ich habe mich ausführlich oben über diesen Gegenstand verbreitet.

v. Fellenberg. Die Methode, welche dieser Gelehrte bei seinen zahlreichen und trefflichen Untersuchungen anwendete, und in den Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern 1860 bekannt gemacht hat, ist nach seinem eigenen Wortlaute folgender:

»Es wurden alle Proben mit reiner Salpetersäure von 1.40 pCt. kochend behandelt, bis keine rothen Dämpfe mehr sichtbar waren, die Lösung mit Wasser verdünnt und filtrirt. Das Zinnoxyd wurde nach dem Glühen gewogen. Es war gelblich gefärbt von Eisen- und Kupferoxyd, deren Menge nach einer Spezialuntersuch ung 2 pCt. und 4 pCt. Kupferoxyd betrug. Nach diesem Verhältnisse wurden die direct gefundenen Mengen des Zinnoxydes korrigirt. Die Lösung des salpetersauren Kupfers wurde mit einem Tropfen Salzsäure auf Silber geprüft, und dasselbe, wenn vorhanden, als Chlormetall abgeschieden und bestimmt. Die Kupferlösung wurde zur Austreibung der Salpetersäure mit Schwefelsäure zur Trockene verdunstet, das abgeschiedene schwefelsaure Bleioxyd gesammelt und daraus der Bleigehalt berechnet. Die Lösung des schwefelsauren Kupfers, mit viel Wasser verdünnt, wurde durch Schwefelwasserstoffgas vollständig ausgefällt und das Schwefelkupfer abfiltrirt. Das farblose Filtrat wurde, nach Uebersättigung mit Ammoniak, durch Schwefelammonium ausgefällt, das schwarze Schwefelmetall auf dem Filter gesammelt, getrocknet, mit dem Filter verbrannt und der Rückstand in Königswasser gelöst. Diese Lösung wurde bis nahe zur Trockenheit verdunstet, mit Wasser verdünnt, mit einigen Tropfen essigsauren Kalis versetzt und gekocht, bis das nie fehlende Eisenoxyd abgeschieden war, und filtrirt. Das meist farblose, oder grünlich gefärbte Filtrat wurde mit Aetzkali kochend gefällt, und der schön grüne Niederschlag von Nickel- oder Kobaltoxyd abfiltrirt und dem Gewichte nach bestimmt. Das von diesen Niederschlägen getrennte alkalische Filtrat blieb auf Zusatz von Schwefelammonium stets klar, und erwies also die Bronze bei allen Proben als zinkfrei.«

Titrir-Versuche, welche Fellenberg zur Bestimmung des Kupfers anstellte, fielen nicht vollkommen zu seiner Zufriedenheit aus, und auch die Reduction mittelst weinsaueren Kalinatron, Aetzkali und Milchzucker

erschien nicht stets thunlich. In der überwiegenden Menge der Analysen wurde daher das Kupfer durch den Verlust bestimmt.

Später fand Fellenberg Antimon in einer Bronze und bestimmte hierauf dasselbe in den Zinnrückständen auf folgende Weise: Es wurden dieselben mit kohlensaurem Natron und Schwefel geschmolzen, in Wasser gelöst und der geringe Rückstand von Schwefeleisen abfiltrirt. Die Lösung wurde mit Salzsäure behandelt, das gefallene röthliche Schwefelzinn gewaschen und so lange mit Salzsäure und chlorsaurem Kali digerirt, bis die Schwefelmetalle gelöst waren und nur reiner Schwefel zurückblieb. Dann wurde die Lösung mit einem Zinnstreifen digerirt, worauf sich Antimon ausschied, welches filtrirt, gewaschen und gewogen wurde.

Die »Nebenbestandtheile« hält Fellenberg als durch die Erze und nicht vollständig regelrechte Behandlung derselben, in die Bronze gekommen. Sie sind auf der einen Seite für die Zusammensetzung der Bronze ohne besonderes Interesse, wichtig aber in so ferne, als durch dieselben auf die Fundstätten hingewiesen werden kann, aus welchen die Alten ihre Erze bezogen.

Was die Schlüsse betrifft, welche Fellenberg aus seiner grossen Reihe von Untersuchungen zieht, so nehme ich keinen Anstand, dieselben hier vollständig und wörtlich wieder zu geben, wie er sie selbst in den »Mittheilungen« etc. für das Jahr 1865 ausgesprochen hat.

Er stellt seine Erfahrungen und gewonnenen Ansichten folgendermassen zusammen.

Schlussfolgerungen.

Nach Beendigung der langen Reihe von Bronze-Analysen scheint es zweckmässig, diejenigen Facta zusammenzufassen, welche sich als hauptsächlichste Resultate ergeben. Die Bronzen stellen sich verschieden dar, je nachdem sie 1) im Torfschlamm, 2) im Wasser oder 3) in der Erde gefunden worden sind.

1) Die im Torfschlamm gefundenen Bronzen sind mit einer schwarzen, erdigen Masse überzogen, welche durch Bürsten mit Wasser leicht vollständig entfernt werden kann, und die Legirungen rein metallisch glänzend, mit der eigentlichen Farbe der Bronze erscheinen lässt. Die Umhüllung des Metalles durch organischen Schlamm, unter einer mehrere Fuss betragenden Schicht von Wasser, welche allen Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffes abschliesst, erklärt genügend die vollkommene Erhaltung, die rein metallische Oberfläche der Bronzen, welche sich darstellen wie sie waren im Momente ihres Unterganges im Wasser.

2) Die im Wasser, z. B. auf dem Grunde der Seen und Flüsse, gefundenen Bronzen sind schon weniger gut erhalten. Sie haben meist einen dünnen Ueberzug von Kalksinter, der dennoch an vielen Stellen den Glanz und die Farbe des Metalles durchschimmern lässt. Wenn solche Bronzen dunkle oder grünliche Stellen und Flecken haben, so sind sie sehr dünn und verschwinden bei der Behandlung mit Säuren, indem sie eine Metallfarbe sichtbar werden lassen. Im Wasser erhaltene Bronzen besitzen noch die vollkommene Schärfe und Spitze, welche sie beim Verschwinden im Wasser hatten. Werden stark mit Grünspan überkrustete Bronzen im Wasser gefunden, so ist mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass sie lange Zeit in der Erde gelegen haben müssen, bevor sie von Wasser bedeckt wurden, welches die einmal vorhandene tiefe Oxydation des Metalls nicht aufzuheben vermochte.

3) Die in der Erde, in Gräbern, gefundenen Bronzen zeichnen

sich sehr häufig durch die schön grüne, bald hellere bald dunklere, oft glasglänzende Kruste von Grünspan aus, welche als Patina bezeichnet wird. Diese Kruste ist von sehr verschiedener Dicke, manchmal nur wie ein dickes Schreibpapier, manchmal mehrere Millimeter stark. Wird die grüne Kruste angefeilt, oder noch besser mit verdünnter Salpetersäure, oder Schwefelsäure weggelöst, so erscheint die Bronze roth gefärbt: unter der Kruste von kohlensaurem Kupferoxyd liegt eine solche von Kupferoxydul und erst unter dieser, wenn sie durch Ammoniak entfernt wird, erscheint das Metall mit seiner eigenthümlichen Farbe und seinem Glanze. Dieses Verhalten charakterisirt bestimmt die langsame Oxydation der Bronze in feuchter Erde. Die Schicht von Kupferoxydul, zwischen dem reinen Metalle und der äusseren Kruste von kohlensaurem Kupfer, ist nach den Untersuchungen von Dr. Wibel ein Reduktionsprodukt des Kupferkarbonates durch das Kupfer der Bronze. Bronzen dieser Kategorie haben oft ihre früheren metallischen Eigenschaften eingebüsst, und sind, bei Gegenständen von kleinerem Querschnitte, durch und durch in Oxyd verwandelt, äusserlich mit einer glänzenden, grünen oder blauen Kruste von Karbonaten bedeckt. Ist noch ein Kern von Metall vorhanden, so ist er krystallinisch geworden, und so brüchig nnd zusammenhangslos, dass er unter dem Hammer zerspringt.

Feinere Verzierungen, Schärfe der Schneiden und Spitzen sind oft verschwunden, was alles bei im Wasser erhaltenen Bronzen nicht vorkommt.

Zusammensetzung der Bronzen.

In Beziehung auf die Zusammensetzung der Bronzen erscheint es rathsam, die Hauptbestandtheile von den zufälligen zu unterscheiden. Zu den ersteren gehört das Kupfer, das Zinn, das Zink, und bei gewissen Bronzen auch das Blei. Zu den zufälligen Bestandtheilen gehören das Silber, das Blei, das Eisen, das Antimon, das Nickel und der Kobalt. Was die beiden letzten betrifft, so glaubte ich anfangs dieser Arbeit, dass deren Vorhandensein Schlüsse erlauben möchte über den Ursprung des bei den Bronzen verwendeten Kupfers, als ich aber sah, dass diese Metalle, wenn auch in sehr geringer Menge, weit häufiger vorhanden seien, als ich es erwarten konnte, so musste ich die dahinzielenden Schlüsse fallen lassen und berühre sie daher nicht weiter.

Hauptbestandtheile der Bronzen.

1) Das Kupfer ist ohne Frage der wichtigste Bestandtheil der Bronze, und auch der, welcher in dem stärksten Verhältniss vorhanden ist. Doch variirt seine Menge von 67 bis 95, und mehr Procenten, wobei nicht zu vergessen ist, dass, wenn das Zinn in Abrechnung gebracht wird, alle zufälligen Bestandtheile, als Silber, Blei, Eisen, Antimon, Nickel und Kobalt, dem Kupfer als dessen Verunreinigungen zugezählt werden müssen, so dass es schwer werden dürfte, nach den vorhandenen Analysen, ein konstantes, beabsichtigtes Verhältniss anzugeben, nach welchem es mit dem Zinn legirt wurde. Je nach der Herkunft des Kupfers, aus reinen oxydischen Erzen, oder aus sehr unreinen, mit verschiedenen Schwefelmetallen gemengten geschwefelten Kupfererzen, ist der Einfluss des verwendeten Kupfers auf die Zusammensetzung der Bronze ein sehr bedeutender, indem die in geringeren, oder beträchtlichen Mengen auftretenden zufälligen Bestandtheile, mit

dessen grösserer oder geringerer Reinheit zusammenhängen, wie die mecklenburgischen Bronzen es schlagend darthun.

2) Das Zinn. Nach den historischen Ueberlieferungen soll das Zinn durch die Phönizier in den Handel gebracht und über Europa verbreitet worden sein, wohl in dem Verstande, dass jenes Handelsvolk das Zinn direkt den Küstenvölkern brachte, und es von da aus durch Tauschhandel weiter seinen Weg nach den mitbegrenzten Binnenländern fand, was auch erklären mag, warum das Zinn in den Bronzen in so ausserordentlich variirenden Verhältnissen von 3—4 pCt. bis zu 20 und mehr erscheint, je nachdem es mehr oder weniger reichlich vorhanden war, ganz abgesehen von den Eigenschaften, welche es der Bronze ertheilen konnte. Da das von den Zinninseln stammende Zinn Seifenzinn war, so übte es als verhältnissmässig reines Metall keinen andern Einfluss auf die Bronzen aus, als den seiner Menge entsprechenden.

3) Das Zink tritt erst später in den Bronzen des Eisenalters auf, und obgleich es erst gegen das Ende des 15. Jahrhunderts als ein eigenthümliches Metall erkannt und dargestellt wurde, so wurde es doch schon im dritten Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung, in Form von natürlichem und Ofengalmei, dem Kupfer und der Bronze beim Schmelzen zugesetzt, um eine gelbe Legirung zu erzielen. Alle zinkhaltigen Bronzen gehören also späteren Zeiten an, wo die Bronzeperiode für die Verfertiger längst vorüber war, und blieben der eigentlichen Bronzezeit unbekannt.

4) Das Blei findet sich, nach den mitgetheilten Analysen, in den Bronzen der Pfahlbauten, in den keltischen, hallstätter und mecklenburger Bronzen in nur so geringen Mengen vor, dass es in denselben als zufälliger Bestandtheil, als Verunreinigung des Kupfers erscheinen muss. Damit hängt innigst die Thatsache zusammen, dass in allen diesen Bronzefundstätten nie Silber entdeckt worden ist, während Gold häufig vorkommt. Hieraus muss geschlossen werden, dass den Völkern, welche das Silber nicht kannten, auch das Blei als ein besonderes Metall unbekannt gewesen sein muss.

Umgekehrt verhält es sich mit den Bronzen, in welchen, nach deren bedeutendem Prozentgehalte, das Blei als absichtlicher Bestandtheil erscheint, nämlich mit den Bronzen der Griechen, Aegypter, Hetrusker und Römer, welche Blei in beträchtlichen Mengen enthalten: Völker von denen erwiesen ist, dass sie das Silber seit vielen Jahrhunderten, ja zum Theil selbst vor dem Eisen besassen.

Das Auftreten des Bleies als eines besonderen, in grösseren Mengen zu technischen Zwecken verwendbaren Metalles, kann nur durch die metallurgische Zugutemachung der Silbererze seine genügende Erklärung finden, da in der alten Welt das Silber vorzugsweise nur aus silberhaltigen Bleierzen gezogen wurde und werden konnte, weil keine andern bekannt waren. Es lässt sich nicht läugnen, dass bei der weiten Verbreitung des Bleiglanzes und seiner leichten Reduktion zu einem Bleiklumpen, durch Erhitzen in einem einfachen Holz- oder Kohlenfeuer, hundertmal, mitten in der Bronzeit, von schmelz- und erzkundigen Kelten, kann Blei dargestellt worden sein, aber ohne dass dafür die Sache für mehr als eine vereinzelte Thatsache ohne weitere Folgen könnte angesehen werden.

Die Frage ist nicht, konnte vor der Kenntniss des Silbers das Blei bekannt sein, sondern ist das Blei bei den alten Völkern vor dem Silber in allgemeinem Gebrauche gewesen?

Diese Frage scheint bestimmt verneint werden zu müssen, um so mehr als selbst noch zu Plinius Zeiten die Römer das Blei und das Zinn nur als plumbum nigrum und plumbum candidum oder album unterschieden und für das letztere kein besonderes Wort besassen, indem unter dem Ausdrucke Stannum Bleizinnlegirungen zum Löthen des Bleies und Verzinnen der Kupfergefässe verstanden wurden. Stand nun die Sache so bei den Culturvölkern des Alterthumes, so ist um so weniger zu erwarten, dass die halbcivilisirten Völker der Bronzezeit darin weiter fortgeschritten gewesen sein sollten als jene.

Die Gegenwart des Bleies in Bronzen in solchen Verhältnissen, dass dessen Menge einen absichtlichen Zusatz verräth, scheint daher ein zureichendes Kriterium abzugeben, dass solche Legirungen von Culturvölkern herrühren und nicht von den Leuten der Bronzezeit. Ein solches lehrreiches Beispiel liefert die Zusammensetzung der Bronze in der Löwengruppe der Grächwylervase (Nr. 55), welche nicht nur nach dem dargestellten Gegenstande, sondern auch nach ihrem Bleigehalte vollständig von derjenigen der Bronze des Gefässes abweicht (Nr. 14). Nach den so eben entwickelten Ansichten halte ich daher das Blei für einen eben so wichtigen Factor in der Beurtheilung der Bronzen als das Zink, und schliesse mit dem Satze: Das Blei ist in den Bronzen der eigentlichen Bronzezeit nicht als Hauptbestandtheil vorhanden. Die bleihaltigen Bronzen stammen von Völkern her, bei denen mit der Kenntniss des Silbers und des Eisens die Bronzezeit bereits vorbei war, und die Völker einen höheren Culturgrad erreicht hatten.

Ursprung der Bronzen.

Ueber den Ursprung der Bronzen bestehen widersprechende Ansichten. Die einen, und darunter sehr gewichtige Autoritäten, nehmen an, die alten Phönizier seien die Erfinder und zugleich die Verbreiter der Bronze über den europäischen Kontinent gewesen, und was wir von Bronze aus dem Norden, aus den Keltengräbern, aus den Pfahlbauten besitzen, seien phönizische Bronzen. Dass die alten Phönizier den Zinnhandel allein besassen, weil sie allein den Weg nach den Zinninseln, den Kassiteriden, kannten, wird als historisch beglaubigt angenommen, desgleichen, dass sie den Weg nach dem baltischen Meere wussten und von dort den Bernstein holten. Auch lässt sich leicht annehmen, dass sie das Zinn, so wie die Kenntniss der Bereitung der Bronze, nach diesen nordischen Gestaden brachten. Aber daraus folgt noch gar nicht, dass die Phönizier auch allein die Bronze zu verfertigen verstanden. Dieser letzteren Annahme widerspricht bestimmt die so sehr verschiedene Zusammensetzung der Bronzen der verschiedenen Völker, die so äusserst schwankenden Verhältnisse zwischen Kupfer und Zinn, und die so ungleichen zufälligen Bestandtheile. Dann ist es auffallend, dass die nächsten Nachbarn der Phönizier, die Küstenvölker des Mittelmeeres, die Griechen, Aegypter, Hetrusker und Römer bleihaltige Bronze verfertigten, während die Phönizier den nordischen Völkern nur bleifreie brachten. Haben die Culturvölker des Mittelmeeres ihren Bronzen Blei zugesetzt, so werden es die gut rechnenden Phönizier wohl auch gethan, und das kostbarere Zinn durch das billigere Blei ersetzt haben. Doch wird diese Frage erst dann entscheidend gelöst sein, wenn wir einmal Analysen von authentisch-altphönizischen Bronzen besitzen, deren Zusammensetzung wir dann mit

denen der nordischen Bronzen vergleichen können. Dieses Desideratum erfüllen zu können, ist mir leider nicht zu Theil geworden *). —

Endlich sprechen gegen den phönizischen Ursprung der weit über den europäischen Kontinent verbreiteten Bronzen die zahlreichen aufgedeckten Giessstätten, welche, soweit bedeutendere Fundorte von Bronzegegenständen untersucht worden sind, beweisen, dass die Bronzegiesserei eine fast bei allen Völkern einheimische war, wobei sie das Zinn des Handels und das Kupfer der zunächst gelegenen, oder zugänglichen Kupferhütten benutzten, was allein das Vorhandensein so verschiedener zufälliger Bestandtheile in den Bronzen erklären kann. Fasse ich alles hier Entwickelte zusammen, so besteht meine Ansicht in Folgendem:

Die erste Kenntniss der Bronze konnte zu den Völkern der Bronzezeit sowohl von den Phöniziern, als von andern mehr im Südosten wohnenden Culturvölkern gebracht worden sein, wurde dann aber ein Gemeingut, gewissermassen der Typus einer ganzen Culturepoche, erhielt sich in derselben, und bildete sich selbstständig weiter aus, bis durch das Aufkommen und die überhand nehmende Verbreitung des Eisens, der allgemeine und ausschliessliche Gebrauch der Bronze und damit die Bronzeperiode ihr Ende erreichte. —

Stolba (1867). Die Methode der Untersuchung, welcher sich dieser Chemiker bediente, war folgende.

War hinreichendes Material vorhanden, so wurden zur Analyse 2 bis 3 Grammes verwendet, und, mit Ausnahme eines einzigen Falles, in welchem nur Feilspäne zu Gebot standen, stets mit der Laubsäge vom Gegenstande abgenommene Proben untersucht. Diese wurden mit mässig verdünnter Salpetersäure bis zur vollständigen Zersetzung im Sandbade behandelt, hierauf mit Wasser verdünnt und in einen 250 C. C. fassenden Kolben filtrirt, und das Zinnoxyd quantitativ bestimmt. Ein Theil des gewonnenen Zinnoxydes wurde auf seine Reinheit geprüft, um, wenn nöthig, Beimengungen bestimmen zu können.

Das Filtrat vom Zinnoxyde wurde zur Marke von 250 C. C. mit Wasser nachgefällt, und gemessene Antheile desselben für die einzelnen Bestimmungen verwendet.

Kupfer. Dasselbe wurde, nach Fresenius, im metallischen Zustande bestimmt, indem 50 C. C. desselben mit Schwefelsäure bis zur vollständigen Verjagung der Salpetersäure abgedampft wurden. Hierauf wurde mit Wasser gelöst, etwaiges schwefelsaures Blei abfiltrirt, und das Kupfer durch Zink metallisch ausgefällt. War Silber anwesend und zugleich mitgefällt worden, so wurde dasselbe später abgerechnet.

Silber, Blei und Eisen. 100 C. C. der Lösung in Anwendung. War Silber vorhanden, so wurde dasselbe mit sehr verdünnter Salzsäure niedergeschlagen und als Chlorsilber bestimmt.

Das Filtrat wurde mit Ammoniak versetzt und einige Stunden in schwacher Wärme sich selbst überlassen. Es fällt Bleioxyd, Eisenoxyd und etwas Kupferoxydhydrat. Hierauf wurde filtrirt, etwas mit verdünntem Ammoniak gewaschen, mit Salpersäure gelöst und die Fällung mit Ammoniak wiederholt.

*) Aber die Frage ist schon viel werth, und wie es scheinen will, sind jetzt, nach den bereits vorliegenden Arbeiten, weniger grössere Reihen nöthig, als solche, welche Lücken ausfüllen, und zugleich die sorgfältigste Angabe der Fundorte, der Grabstätten. Ich komme weiter unten auf diese frommen Wünsche zurück. B.

Der jetzt kupferfreie Niederschlag wurde vom Filter genommen, das Filtrat mit etwas Salpetersäure behandelt, eingeäschert, und die Asche sammt dem Niederschlage geglüht und gewogen, wodurch das Gewicht des Bleioxydes und Eisenoxydes zusammen erhalten wurde.

Beide Oxyde wurden jetzt mit verdünnter Salzsäure digerirt und gelöst, mit Zink reducirt und das Eisen durch Chamaeleon titrirt, auf Oxyd berechnet, und durch Abrechnung von vorher erhaltenem Oxydgemenge, die Qualität des Bleies ermittelt.

Schwefelsäure, 50 C. C. Es wird mit salpetersaurem Baryt gefällt.

Zink. Ist dieses Metall anwesend, so wird das etwa gegenwärtige Blei durch das oben, bei der Kupferlegirung, als schwefelsaures Blei erhaltene gewogen und berechnet, hingegen 100 C. C. zur Bestimmung des Zinks, Eisens, Silbers und etwaigen Nickels verwendet. Die 100 C. C. indessen werden mit Salzsäure, ersetzt, mit Schwefelwasserstoff behandelt und das Schwefelkupfer abfiltrirt. Zink, Nickel und Eisen werden im Filtrate auf die gewöhnliche Weise bestimmt. Da indessen die meisten Bronzen kleine Mengen von Nickel enthalten, so hält Stolba die genaue Bestimmung desselben für nicht sehr wichtig.

Für die von ihm untersuchten Bronzen stellt Stolba drei Gruppen auf:

I. Bronzen, welche im Wesentlichen aus Kupfer und Zinn bestehen, sammt den, in den Erzen vorhandenen Nebenbestandtheilen. Antike Bronze.

II. Bronzen aus Kupfer, Zinn und Blei in wesentlicher Menge. Zeitalter der Merovinger.

III. Legirungen aus Kupfer allein, oder aus Kupfer und Blei, oder aus Kupfer, Zinn, Blei und Zink. Die ziemlich weit gefasste Reihe gehört einer ziemlich späten Zeit an, und fällt in die des letzten Heidenthums Böhmens. —

Wibel will vor Allem möglichst streng geschieden wissen, die Bronzen der eigentlichen Bronzezeit, und bezeichnet als Fundstätten derselben diejenigen, in welchen von Metallen nur Bronze, aus Kupfer und Zinn bestehend, und etwa Gold und Silber, durchaus aber kein Eisen gefunden wird.

Diese Kupfer-Zinn-Bronze reicht höchstens bis in die frühste Eisenzeit, und zeichnet sich durch eine gewisse Unveränderlichkeit aus, während die der späten Eisenzeit angehörigen Legirungen das Kupfer, Zinn, Zink und Blei sind.

Speziell massgebend für das historische Moment sind die Nebenbestandtheile, Eisen, Kobalt, Nickel, Silber, Antimon, Arsen, Schwefel, und das zwar vorzugsweise desshalb, weil:

»Die bei der Analyse einer Bronze gefundenen Verunreinigungen in ihrem natürlichen Ursprung uns den vollständigen Aufschluss über den bergmännischen und metallurgischen Theil der Bronzebereitung geben, während das quantitative Verhältniss der Hauptbestandtheile die nöthigen Anhaltspunkte für den technischen Theil desselben liefert.«

Nachdem nun Wibel, und unbedingt mit Recht angenommen hat, dass die überwiegende Anzahl der Nebenbestandtheile durch das angewendete Kupfer in die Bronze gekommen sind, stellt er folgende Sätze auf:

1) »Die zur alten (ächten) Bronze verwendeten Erze waren Zinnstein und kiesiges Kupfererz.«

2) »Die Anwendung kiesiger Kupfererze setzt die Kenntniss des Grubenbergbaues voraus.«

3) »Die Verwendung des Zinnsteins und kiesigen Kupfererzes zur Bronze bedingt die Kenntniss gewisser Hüttenprozesse.«

Und nach Entwicklung verschiedener Hüttenprozesse sagt er:

4) »Die Bronze ist nicht durch Zusammenschmelzen der beiden vorher vorhandenen Metalle, sondern durch gemeinschaftliches Niederschmelzen der beiden Erze (Zinnerz und kiesiges Kupfererz) dargestellt.

Das Kupfer der Gegenstände aus sogenanntem reinem Kupfer und jenes der sogenannten Schmelzklumpen ist keineswegs vollkommen rein, es enthält mehr oder weniger grosse Mengen der Nebenbestandtheile und ist nicht aus Gediegen-Kupfer und eben so wenig aus oxydischen Erzen, sondern eben so, wie jenes zur Bronze verwendete, aus kiesigen Erzen gewonnen worden, und das zwar als Nebenprodukt bei der Bereitung der Bronze.

Was das Zinn betrifft, so gehören Funde dieses Metalles im regulinischen Zustande, die indessen immer noch selten sind, einer späteren Zeit an.

Das Verschmelzen der Erze zu Bronze ist nach durchaus unsicherem und schwankendem Gewichts-Verhältnisse der in ihnen enthaltenen beiden Metalle erfolgt, und die Absicht eine Bronze mit so und so viel Kupfer von Zinn darzustellen lag nicht vor, denn es finden sich sowohl im allgemeinen, als auch in den verschiedenen Ländern für gleiche Gegenstände ganz verschiedene, und für verschiedene Gegenstände ganz gleiche Mischungsverhältnisse angewendet *). Alle auf das Mengenverhältniss der Hauptbestandtheile sich gründenden, eigentlich antiquarische Folgerungen sind daher durchaus unrichtig.

Ferner sagt Wibel, dass der eigentlichen alten Bronze, und jenen der ersten Eisenzeit, einzig mit Absicht Kupfer und Zinn (als Erz) zugesetzt wurde, dass die »Nebenbestandtheile« durch Verunreinigungen der Erze und mangelhaften Darstellungsprozess in dieselben gekommen sind, und er dehnt es selbst auf nicht ganz unbedeutende Gehalte von Blei und Zink aus, worin ich ihm vollständig beipflichte, da meine Analysen, häufiger als die Anderer Spuren beider Metalle ergeben haben, weil meine analytische Methode eben der Auffindung von Zink und Blei günstig war.

---

*) In diesem Bezuge läuft meine Ansicht der Wibel's entgegen. Dass man die Legirungen nicht aus den regulinisch dargestellten Metallen herstellte, halte ich, für die ersten Zeiten der Bronzedarstellung wenigstens, für gewiss. Empirisch aber kannten jene alten Erzkünstler zuverlässig, wenigstens annähernd, den Gehalt ihrer Stufen an diesem oder jenem Metalle. Sie wussten, dass mehr oder weniger Zusatz eines Zinnoxyds ihrer Bronze diese oder jene Eigenschaft ertheilte und wussten auch, dass ein oder das andere dieser Erze, je nachdem es reicher oder ärmer war, die gewünschte Wirkung mehr oder weniger hervorbrachte. So gut wie die Römer ihrer Bronze Zinkerze zusetzten, um sie goldfarbig zu machen, und die Skythen ihren Pfeilspitzen Blei, eben so gut tritt bei den Bronzen vieler deutschen Stämme die Absicht hervor, ihren Waffen Zinn in grösserem Verhältniss zuzusetzen als anderen Gegenständen. Warum hätten sie überhaupt den Zinnstein mit ihren Kupfererzen zusammen geschmolzen und sich nicht allein mit diesen letzten begnügt, wenn sie dieselben nicht »verbessern« wollten durch diese Zugabe? Machen wir daher diesen unsern muthmasslichen Urvätern diese ersten Anzeichen technischer Intelligenz nicht streitig, sehen wir ihnen durch die Finger, wenn es hier und da nicht so recht klappen will, und setzen wir die bisweilen allerdings ein wenig stark variirenden Legirungen auf Rechnung ihrer mangelhaften mineralogischen Studien, aber nicht auf die ihres guten Willens.

Dass die technische Verarbeitung der Bronze in Nord- und Mittel-Europa selbst stattgefunden habe, nimmt Wibel an, ob indessen die Verschmelzung der Erze zur Bronze auch innerhalb des nord-europäischen Ländergebietes stattgefunden habe, glaubt er noch nicht bestimmt entscheiden zu können, obgleich einige Beobachtungen dafür zu sprechen scheinen.

Als Schlussresultat der Abtheilung über die eigentliche alte Kupfer-Zinn-Bronze führt er endlich folgendes an:

Ein entschiedenes Urtheil über das relative Alter der Bronze wird durch die Chemie nicht geboten, und wenn auch ein grösserer Gehalt an Zink und Blei die Möglichkeit eines jüngeren Alters verstärkt, bleiben doch die Form und Ornamentirung, und die Fundstätten die sichersten Anhaltspunkte über das relative Alter der Funde.

Die übrigen Forschungen und Anschauungen Wibel's lassen sich nicht gut in den hier gebotenen Raum zusammendrängen, und es mag daher hier nur noch bemerkt werden, dass er den Reiseruhm der Phönizier nach Kräften zu schmälern sucht, indem er sagt:

»Weder die Phönizier noch ihre Nachkommen sind, mit höchstens einigen Ausnahmen (so Pytheas), in der früheren Zeit jemals selbst in den Norden gekommen. Ihre Kenntniss desselben wie die Produkte, falls überhaupt Zinn und Bernstein schon früher denselben entstammen, erhielten sie durch den Landhandel mit den Eingebornen, den sie von den Colonien des Mittelmeers aus eingeleitet hatten.«

Es mag sein, dass Wibel diesen alten Phöniziern ein wenig allzunahe getreten ist, während Andere sich vielleicht wieder allzusehr mit dem Gedanken des Phönizischen Welthandels befreundet haben.

In Anbetracht der Ueberzeugung aber, dass die Bescheidenheit eine der vortrefflichsten Tugenden, fühle ich mich gedrungen auszusprechen, dass ich mich keineswegs für befähigt halte, mit Bestimmtheit einer oder den andern der beiden streitenden Partei beizutreten.

Mein Glaubensbekenntniss mag indessen im Folgenden ausgesprochen sein:

Die ersten Bronzegeräthe sind den, noch mit Steinwerkzeugen sich behelfenden, Völkern durch irgend ein Kultur-Volk gebracht worden. Da diese Steinzeitler aber, wie die Völker Europa's überhaupt *), selbst kulturfähig waren, so dachten sie ohne Zweifel sofort daran diese kostbaren, gegen ihre früheren Werkzeuge so viel Vortheil bietende Bronzen selbst zu erzeugen.

Dass viele Erze zu jener Zeit zugänglicher waren als gegenwärtig, dass es mit anderen Worten zu Tage gehende Erzgänge gab, blosgelegt durch Regengüsse, Erdfälle und dergleichen, kann wohl zuverlässig angenommen werden. Nichts ist aber einfacher, als dass der metallische Glanz solcher Erze, wie zum Beispiele der des Kupferkieses, die Aehnlichkeit also mit der neu eingeführten Bronze, auf den Gedanken leitete aus derselben Bronze, metallische Werkzeuge überhaupt, zu verfertigen.

Man nimmt in der That auch an, dass die aus Kupfer allein bestehenden Werkzeuge der ältesten Zeit angehören.

Will man aber jenen Völkern auch die Geschicklichkeit streitig machen, selbstständig die ersten, wenn gleich vielleicht rohen Versuche zur Nachahmung kupferner Werkzeuge, oder solcher aus Bronze gemacht zu haben, so wird man doch kaum ihren Wunsch leugnen können dieses zu thun, und willige Lehrer der bereits im Bronzeguss erfahrenen Nation

*) Ich weiss, dass man neun Zehntel derselben als eingewandert annimmt.

angehörig, haben sich wohl leicht gefunden, waren das gleichwohl nicht die handelnden Kaufleute selbst, und auch nicht einzig die Kriegsgefangenen und Knechte.

Die aufgefundenen Gussstücke, die halbfertigen Stücke und die Formen deuten unläugbar auf die Bronze-Erzeugung im Lande selbst hin.

Der Handel mit dem Auslande wird dadurch nicht ausgeschlossen. Feinere Waaren, Schmuck und Aehnliches ist wohl Jahrhunderte lang Handelsartikel gewesen, und noch heut zu Tage findet bei uns ein ähnlicher Verkehr statt, denn kaum wird es ein europäisches Land geben, in welches nicht Waaren eingeführt werden, die man deshalb doch eben so auch im Lande selbst verfertigt.

Verhältnisse, welche es möglich machen, an einem Orte irgend einen Artikel billiger zu erzeugen als anderswo, und ferner die Mode haben wohl zu allen Zeiten diesen Ex- und Import hervorgerufen, nebst der Eigenthümlichkeit aller Völker, vom kultivirtesten an bis zum rohsten Stamme, erhöhtes Interesse an dem, aus fremden Lande kommenden zu finden.

Prüft man an Andern und an sich selbst diese Eigenthümlichkeit, so wird man vielleicht bemerken, dass sie zur Hälfte eine Tollheit ist, zur andern aber aus dem Triebe entspringt sich zu belehren und Kenntniss zu erhalten von dem, was ferne von uns lebende Menschen thun und schaffen.

Den Barbaren Europa's, das heisst den Nicht-Griechen und Nicht-Römern, war dieser Trieb so wenig fremd, wie er den nach tausend Jahren lebenden Generationen sein wird, wenn es zu jener Zeit überhaupt noch Entfernungen giebt.

Wenn ich also glaube, dass in allen diesen Barbarenländern (vom Standpunkte der Griechen und Römer so genannt) bald nach der Einführung der ersten Bronze auch Werkstätten zur selbstständigen Erzeugung derselben entstanden sind, so schliesse ich desshalb noch keineswegs den Handelsverkehr aus.

Funde in Gruben, welche offenbar römische Arbeit sind, bestätigen das, und nicht weniger deuten darauf hin die zahlreichen Paalstäbe, welche man in Italien gefunden hat, und welche muthmasslich als Handelsartikel für die Barbaren gefertigt worden sind. Meines Wissens wenigstens haben sich die Römer zum eigenen Gebrauche kaum dieses sonderbaren Instruments bedient, welches durch das zuverlässig leichter herzustellende Beil mit Schaft-Loch sicher zweckmässig ersetzt wird.

Dass ich Kriegsbeute als Fund in Grabstätten nicht ausschliesse, brauche ich wohl kaum zu erwähnen.

Nach diesem, trotz oben belobter Bescheidenheit, dennoch ausgeführten Einfalle in das Gebiete der Archäologie kehre ich auf jenes der Chemie zurück und werfe, wo es grössere Anzahl der Analysen als statthaft erscheinen lässt, einen Blick auf die Zahlenverhältnisse derselben.

Das Zinn tritt in Waffe und Werkzeug für Mecklenburg, Pommern, Brandenburg, Hanover, Oldenburg und Anhalt durchschnittlich in quantitativ grösserem Verhältnisse auf, als in Schmucksachen und anderen Gegenständen, wobei freilich, dem widersprechend, einzelne Fälle nicht fehlen.

Der Ausdruck »durchschnittlich« mag aber hier gerechtfertigt erscheinen, und eben so die Ansicht, dass in den gedachten Ländern das Zinn überhaupt in den Bronzen reichlicher vertreten ist, als in andern.

Für Böhmen kann für Werkzeuge ein grösserer Zinngehalt

nicht in Anspruch genommen werden, und es will überhaupt scheinen, als seien die dort gefundenen Bronzen zinnärmer.

Trotz der zahlreichen, guten und zuverlässigen Analysen Fellenbergs stellt sich für die Schweiz kein bestimmter Unterschied zwischen Werkzeugen, Waffen und anderen Gegenständen bezüglich des Zinngehalts heraus, und bezüglich Frankreichs, so liegen einerseits verhältnissmässig zu wenige Analysen vor, und diese selbst zeigen wieder allzusehr unter sich selbst variirende Verhältnisse.

Was das Blei betrifft, so wird es häufig, ja fast stets als Nebenbestandtheil, selten in grösserer Menge, und wohl als absichtlicher Zusatz in den Schweizer Funden noch am häufigsten getroffen.

In den meisten der übrigen Länder, welche die vorstehenden Tabellen behandeln, tritt es hingegen spärlicher auf und fehlt häufig auch gänzlich, so dass man den Schluss ziehen kann, dass ein absichtlicher Bleizusatz in irgend einer Form nur selten stattgefunden hat, und dass viele der verwendeten Kupfererze ziemlich bleifrei gewesen sein mögen.

Einzelne Ausnahmen kommen freilich vor. So zum Beispiel:

Böhmen: Spange: 7 pCt. Kessel: 23 pCt. Ring: 36 pCt.

Schottland: Gefäss: 5.8 pCt. Kessel: 8 pCt.

Irland: Horn 9 pCt. Schwert 8 pCt.

Import, sei es nun durch Handel oder Kriegsbeute, wird hier aushelfen müssen. Weniger wahrscheinlich ist der Gedanke an ein Umschmelzen importirter, alter bleihaltiger Legirungen, und kaum kann an Proben gedacht werden, welche absichtlich von den Erzgiessern angestellt wurden.

Dass geringe Bleigehalte, Spuren, hier und da von andern Analytikern (nicht von Fellenberg) übersehen worden sind, ist nicht unmöglich. Kaum aber habe ich auch nur die geringste Spur übersehen. Die Probe von Jeannel mittelst Jodkalium, deren ich bei Angabe meiner analytischen Methode gedachte, und welche ich stets anwendete, giebt die zuverlässigsten Resultate, und man kann sich durch Proben und Gegenproben leicht von deren Trefflichkeit überzeugen.

Desto auffälliger ist das gänzliche Fehlen des Bleies in nicht wenigen, der dieser Reihe angehörenden Bronzen.

Es klingt eigenthümlich, dass ich Aehnliches für das Zink wiederholen muss. Aber ich glaube, dass, wenn man meine oben angegebene Methode: Lösen des Ferrocyankalium-Niederschlages in Kali, filtriren und Prüfung des klaren Filtrats mit Essigsäure, anwenden wird, grössere oder geringere Mengen von Zink sich als bisher übersehen ergeben werden.

Ich halte geringe Mengen von Zink, wohl selbst solche zwischen 1 und 2 pCt. für zufällige, von den Erzen herrührende Verunreinigungen und habe Nichts dagegen einzuwenden, wenn man Bronzen mit bedeutenderem Gehalte an Zink als Römischen Import betrachten will.

Was die übrigen in geringer Menge in den besprochenen Bronzen befindlichen Metalle betrifft, so sind sie eben Nebenbestandtheile, die oft besprochenen, unvermeidlichen (im wahren Sinne des Worts »unvermeidlichen«) Nebenbestandtheile ganz zuverlässig in überwiegenster Menge von den Kupfererzen herrührend, durch die mangelhaften metallurgischen Kenntnisse der Alten nicht aus ihren Legirungen entfernt, und zum Theile mit einer so ausnehmenden Anhänglichkeit an das Kupfer behaftet, dass alle Fortschritte der Wissenschaft und Technik, bis auf den heutigen Tag, sie nicht vollständig aus demselben entfernen konnten.

Ich will um dies zu zeigen, der vorstehenden Reihe von Tabellen

eine weitere beifügen, welche ich gesonnen war, erst am Ende dieses Schriftchens beizugeben und näher zu besprechen.

Die Tabellen enthalten die Analysen von Rein-Kupfer, von Barren und Rosetten-Kupfer, von Schwarzkupfer, von Kupter- und Zinngeräthen und endlich die von einigen Münzen.

Der Archäologe, der sich vielleicht weniger mit chemischem Studium abgegeben hat, wird es muthmasslich sonderbar finden, dass ich statt allen diesen Gegenständen nicht ganz einfach die Analysen der Kupfererze selbst angeführt habe, in welchen, nämlich in den Kupfererzen, selbstverständlich die Unvermeidlichen stecken müssen.

Der Grund aber warum ich diess gethan habe ist der, weil diese Nebenbestandtheile freilich wohl sich in den Kupfererzen befinden, allein häufig nicht in den Analysen, oder doch wenigstens nur in einem geringen Theile derselben.

Ganz ähnlich wie viele Chemiker die Bronzen nur auf ihre »Hauptbestandtheile« auf Kupfer und Zinn, und endlich auf Zink und Blei untersuchten, gewissermassen auf ihre technisch wichtigen Bestandtheile, so hat man einen grossen, den grössten Theil der Kupfererze im mineralogisch-chemischen Sinne analysirt, wieder auf ihre Hauptbestandtheile, auf die, welche die eigentliche Kupferverbindung bilden, um eine Formel aus denselben entwickeln zu können, die geringe Menge der übrigen, den auch für rein anzusehenden Mineralien anhängenden oder beigemengten Bestandtheile, hat man vernachlässigt oder nicht angegeben.

Eine noch grössere Menge fremder Bestandtheile, Metalle, kömmt aber in das ausgeschmolzene Kupfer durch Mineralien, welche häufig zusammen mit den Kupfererzen brechen, und beim Kupferdarstellungsprozesse durch eine mechanische Aufbereitung nicht getrennt werden können. So zum Beispiele Schwefelkies, Magnetkies, Arsenkies, Zinkblende, Antimon-, Kobalt- und Nickelerze.

Man sieht aus den Tabellen, wie das zuerst erhaltene Schwarzkupfer eine ziemliche Menge von Verunreinigung zeigt, welche bei dem Garkupfer schon bedeutend geschwunden, beim hammergaren Kupfer auf ein Minimum reducirt worden sind.

Kleine Mengen Eisen, Nickel, Antimon, Arsen, je nachdem auch Blei und Silber hängen aber dem Kupferregulus hartnäckig an, und es rentirt nicht sie vollkommen durch wiederholte hüttenmännische Prozesse zu entfernen, da ihre geringe Menge sie für die meisten technischen Zwecke als unwesentlich erscheinen lässt.

Die Alten aber bedienten sich wenigstens in vielen Fällen dieser beim Schmelzprozesse zuerst erhaltenen Kupferarten, ja wohl selbst des zuerst niederfallenden, sogenannten Königskupfers, oder der Kupferspeise, welche noch mehr fremde Metalle enthält als das Schwarzkupfer, und desshalb ergeben sich nicht selten so eigenthümliche Zusammensetzungen für ihre Bronzen. Wenn ich aber eben, beim ungewöhnlichen Bleigehalte einiger Bronzen der vorliegenden Tabellen, auf Import hingedeutet habe, so geschah das deshalb, weil ihre Nachbarfunde wesentlich bleiarm sind, und ein so grosser Unterschied in technischer Fertigkeit nicht recht glaublich ist, wenn die betreffenden Bronzen von annähernd gleichem Alter sind.

Der Gedanke aber, von dieser Anwendung einer dem Königskupfer ähnlichen Masse, ist von Wibel ausgesprochen und entwickelt worden, und ich verweise desshalb auf seine bereits mehrfach erwähnte Schrift.

Muthmasslich fällt dem geehrten Leser in den vorstehenden Tabellen eine Absonderlichkeit auf, welche das Zinn betrifft.

In keinem der untersuchten Garkupfer findet sich Zinn, selbst in den eigentlichen Sündenböcken, in den Schwarzkupfern nicht, und zwar in den Analysen von Lill, Eschka, von Abel und Field und von mir nicht. Abel und Field haben übrigens eine Reihe von fast hundert Sorten käuflichen Kupfers untersucht, von denen ich nur einige angeführt habe, in dieser ganzen, grossen Reihe finden sich aber nur zweimal Spuren von Zinn angegeben. In fast allen Münzen aber, welche Abel und Field untersuchten, und von denen ich ebenfalls nur einige anführte, findet sich Zinn, desgleichen, mit einer einzigen Ausnahme, in allen von mir untersuchten, und eben so in den analysirten Geräthschaften.

Ich habe Garkupfer und Münzen genau auf eine und dieselbe Weise untersucht, und ohne Zweifel haben Abel und Field das Gleiche gethan.

Ein analytisches Versehen, welches sich also nur auf eine Reihe, entweder auf Garkupfer, oder auf die Münzen allein beschränkt haben sollte, ist nicht wohl denkbar und ich füge noch hinzu, dass ich keineswegs das Kupfer oder die Münzen in fortlaufender Folge untersuchte, sondern die Kupfersorten in verschiedenen Parthien, wie ich sie zugesendet erhielt, dazwischen einzelne Münzen und Gegenstände von Bronze.

Es wäre sehr einfach an einen absichtlichen, wenn auch geringen Zusatz von Zinn zu denken, welcher in den Münzstätten, aus irgend einem technischen Grunde, dem Kupfer beigegeben worden wäre. Aber dieser Gedanke verliert an Glaubwürdigkeit, wenn man die frühe Zeit berücksichtigt, in welcher solche Zusätze bereits stattgefunden haben müssten, 1484 und 1166. Ein wenig räthselhaft erscheint deshalb die Geschichte immerhin.

Abgesehen von diesem Zinngehalte, geht aber aus den Analysen dieser älteren Kupfermünzen hervor, dass man schon zu jener Zeit und schon im 12. Jahrhunderte in den betreffenden Ländern verhältnissmässig weit vorgeschritten war in der Reindarstellung des Kupfers, ob indessen Berichte oder Notizen vorliegen über das technische Verfahren, welches man zu jener Zeit in Anwendung brachte, ist mir nicht bekannt.

Die wenigen beigefügten Analysen von Zinngeräthschaften bethätigen für dieses Metall, bezüglich des vorigen Jahrhunderts wenigstens, ein Gleiches, denn mit Ausnahme eines einzigen Falles Nr. 78, wo offenbar absichtlicher Bleizusatz stattfand, sind die verarbeiteten Zinne meist als feine Sorten zu bezeichnen.

Ehe ich den gegenwärtigen Abschnitt schliesse, erlaube ich mir mit wenigen Worten die Fundstätten zu bezeichnen, welchen ich einige der von mir untersuchten Bronzen entnahm, und Notizen beizufügen, welche ich über die Nr. 121 bis 125 und die Nr. 143 erhielt.

Die Gräber von Schwebheim in Unterfranken stimmen mit der Form überein, welche bei Esdorff*) Tab. III Fig. 10, und bei Riecke**) Fol. II Fig. 8 gegeben sind.

Das Grab, welches ich öffnete, lag etwa hundert Schritte weit vom Dorfe entfernt, und eben so weit von einem Bache, und in nächster Nähe desselben befanden sich noch verschiedene andere, wie mir ältere Leute sagten, von gleicher Beschaffenheit, welche aber schon früher durchwühlt wurden und jetzt dem Boden gleich gemacht sind.

---

*) Heidnische Alterthümer der Gegend von Nelzen etc. von G. O. Carl von Esdorff etc. Hannover 1846. Hahn'sche Hofbuchhandlung.

**) Die Urbewohner und Alterthümer Deutschlands von C. F. Riecke. Nordhausen 1868. Adolph Büchting.

Das in Rede stehende Grab, ein runder, beiläufig drei bis vier Fuss hoher Hügel, hatte einen Durchmesser von zehn Schritten und wurde durch einen, mit möglichster Vorsicht geführten Durchschnitt geöffnet. Es fand sich ein runder Steinkranz aus rohen unbehauenen Steinen, bedeckt mit eben solchen Platten, Keuper-Dolomit, der in nächster Nähe bricht und in demselben wurden vielfache Töpfergeräthschaften gefunden, rothe und schwarze, von sehr verschiedener Grösse, und wie ich wahrzunehmen glaubte, kaum auf der Scheibe gedreht. So zum Beispiele doppelt gehenkelte Töpfe von der bekannten Form, und von drei Zoll Höhe, bis zu einen Fuss grossen flachen Schüsseln von mehreren Fussen Durchmesser, und vielfache Fragmente dieser und anderer Töpferwaaren, deren Form nicht mehr zu erkennen war. Die noch ganz oder wenigstens theilweise erhaltenen Töpfe waren indessen dergestalt von Feuchtigkeit durchdrungen, dass es unmöglich war sie aus der umgebenden Erdschicht zu heben, ohne dass sie vollständig zerfallen wären, ich befreite sie desshalb sorgfältig, und in kleinen Parthien, von der umgebenden Erde, belegte die blosgelegte Stelle mit einem, mit heissem Leim bestrichenen Leinwandstreifen, und nachdem der ganze Topf auf solche Weise freigestellt war, wurde er, nachdem die Leimstreifen zu haften begannen, dicht mit Tüchern umwickelt und sorgfältig nach Hause geschafft. Nach einigen Tagen waren die Gefässe so weit erhärtet, dass die in denselben befindliche Erde herausgenommen, und auf ihr beigemengte Gegenstände geprüft werden konnte. Ich habe hierauf die sorgfältig durchsuchte Erde wieder in die entleerten Töpfe gebracht, dieselbe schichtenweise mit heissem Leimwasser begossen und nachdem diese neue Füllung der Gefässe vollständig erhärtet war, wurden die äusseren Leidwandstreifen durch Befeuchten mit Wasser abgelöst und die Ausenseite gereinigt.

Ich habe dieses Verfahren mit ausserordentlicher Umständlichkeit geschildert, und die Ausführung desselben ist in Wirklichkeit noch umständlicher und langwieriger. Aber noch heute, nach etwa fünf und zwanzig Jahren, befinden sich diese also behandelten Töpfe in meinem Besitze, fest, haltbar und unverletzt, und sie werden ohne Zweifel auch einer weniger sorgfältigen Behandlung späterer Zeiten zu widerstehen im Stande sein.

In den Töpfen befand sich (auf dem Boden derselben) Knochenasche, und, in mehreren derselben vertheilt, die oben bezeichneten Gegenstände von Nr. 126 bis 133, nur das Blechstück Nr. 128 ward unter den Fragmenten, neben den erhaltenen Gefässen gefunden. Was die beiden Zängchen betrifft, Nr. 129 und 130, so sind sie genau von der Form wie Desor p. 114 Fig. 88 eines von Eisen abgebildet hat. Sie sind etwas stärker patinirt als die übrigen Gegenstände, welche eine leichte, schwach bläulich-grüne Patina zeigen.

Keines der gefundenen Gegenstände war aber im Feuer.

Hieraus geht hervor, dass man den Todten verbrannte, die Asche in die Töpfe brachte und derselben hierauf die Bronze-Gegenstände hinzufügte, ohne dieselben, zugleich mit der Leiche dem Bestattungs-Feuer (sit venia verbo) ausgesetzt zu haben.

Gemuthmasst kann werden, dass ein Theil der Thongeräthschaften zerschlagen in den Steinkranz gebracht wurde und nicht als Aufbewahrungsgefässe für die Asche und die Bronzen diente, aus dem Grunde, weil die Fragmente der grossen und starken Schüsseln ersichtlich zerstreut umherlagen, und weil ferner mit Ausnahme des Blech-

stückes Nr. 128 im ganzen Scherbengemenge und der sorgfältig durchsuchten Erde keine weiteren Bronzen aufgefunden werden konnten.

Zugleich mit den Bronzen wurde in einem der Töpfe gefunden eine 25 M. M. lange, braun und gelb gefärbte, canellirte Glasperle, nicht römisch nach dem Ausspruche eines unserer anerkanntesten Verständner, ausserhalb der Töpfe aber, in einem etwa drei Zoll hohen rothen, doppeltgehenkelten Gefässe, welches mit einer dünnen Steinplatte bedeckt war, Weizen, welchen ich an einem anderen Orte ausführlich besprochen habe, ferner ein thönerner Spindelwirtel im Durchmesser 35 M. M. schwach gebrannt, und entweder auf der Scheibe, oder durch irgend einen regelmässigen Model hergestellt war, und endlich eine etwa drei Fuss lange, ziemlich breite, aber vom Roste arg zerstörte Schwertklinge von Eisen.

Da man, nach unseren Begriffen, einem Manne keinen Spinnrocken, und einer Frau keinen Degen auf den Sarg legt, so darf vielleicht die Vermuthung ausgesprochen werden, dass die Grabesstätte eine gemeinschaftliche, ein Familiengrab war.

Mag man mir, der ich von archäologischen Dingen nicht die Spur verstehe, und nichts weiter, als ein wenig Chemiker zu sein wünsche, mag man mir diese und andere Vermuthungen verzeihen. —

Bezüglich der Nr. 243 will ich wörtlich eine Stelle aus dem Beiblatte der »Neuen Würzburger Zeitung« anführen, welche lautet:

Thierreste aus der Zeit der Pfahlbauten (Bronzeperiode), vom grünen Markte in Würzburg.

Bekanntlich wurde in der verflossenen Woche in bedeutender Tiefe unter den Fundamenten von Wohnungen an der Marienkapelle eine torfige Sandlage mit zahlreichen Resten von Säugethieren, Sumpf-Conchylien und wenigen Produkten menschlicher Industrie gefunden, welche grosses Interesse erregt hat. Durch die dankenswerthen Bemühungen der Herren Gerichtsarzt Dr. Vogt und Stadtbaurath Scherpf wurde der grösste Theil dieser Thierreste erhalten, und ich zu deren Untersuchung veranlasst. Obwohl dieselbe nun noch nicht völlig abgeschlossen werden konnte, so entspreche ich doch gerne schon heute der Aufforderung, darüber eine Mittheilung zu machen.

Mit aller Sicherheit lassen sich durch Kieferstücke, Hörner und andere Skeletttheile nachweisen: Torfschwein (Sus scrofa palustris), weitaus das häufigste der Thiere, Torfrind (Bos taurus brachyaeros), Schaf, Reh, Hirsch, Pferd, Hund. Von letzteren allein liegt ein fast völlig erhaltener Schädel vor, wie er auch in den Pfahlbauten unversehrt getroffen wird, die Mark oder Gehirn enthaltenden Knochen der anderen Thiere sind fast stets zerschlagen und geöffnet, ebenfalls genau, wie in den Pfahlbauten.

Es unterliegt also keinem Zweifel, dass man es mit einem Sumpfe zu thun hat, in welchen jene Urbewohner Frankens ihre Küchenabfälle warfen, um sich ihrer zu entledigen.

Auf die Bronzeperiode deutet die Abwesenheit mehrerer, im Steinalter gewöhnlich ausser den oben angeführten, vorhandener Thiere, so wie auch, nach dem Urtheile des Herrn Heffner, der gefundene Thonkrug. — An einer anderen Stelle Frankens, im Feuerbacher Moore bei Wiesentheid, habe ich bereits früher an Knochen, welche Hofrath Schenk dort gesammelt hat, die gleiche Fauna konstatirt.

Würzburg, den 17. Juni 1868.

Sandberger.

Eines der wenigen Produkte menschlicher Industrie,« der unter Nr. 143 bezeichnete Ring und ein bei der Stockstiege in Würzburg ausgegrabenes Unterkiefer-Fragment von Sus scrofa palustris, haben den Weg in mein Laboratorium gefunden. —

Bezüglich der Gegenstände, welche ich von Herrn Lehrer Nunn erhalten und unter Nr. 121 bis 125 bezeichnet habe, so scheint aus einer von demselben beigelegten Federzeichnung hervorzugehen, dass man bei Errichtung des Grabhügels zuerst eine Erhöhung des Bodens mit Erde darstellte, dann rohe Steinplatten legte, auf diese die Leiche oder die Asche derselben brechte und nachdem man Sand oder Erde aufgeschüttet hatte, abermals Steinplatten legte und hierauf das ganze mit Erde überschüttete. Die Setzung eines Steinkranzes zum Tragen der oberen Platten scheint nicht stattgefunden zu haben.

Nähere Aufklärungen geben Stellen aus einem Schreiben des Lehrers Nunn, welche ich hier fragmentarisch folgen lassen will.

»Die untere Steinlage bildete eine der Basis des Grabhügels entsprechende, ziemlich runde Scheibe und bestand aus gut an einander passenden, unbehauenen Sandsteinplatten. Eben so die obere, etwa zwei Fuss höher gelegene Scheibe.

»Die untere Steinlage ruhte auf gleichem Boden, wie der der ganzen Umgebung ist (kalkhaltiger Sandboden) und war etwa ein Fuss hoch über demselben aufgeschüttet. Der Raum zwischen den beiden Steinlagern war mit reinem Sande ausgefüllt, und in diesem befanden sich die bewussten Gegenstände. Das ganze war dann wieder mit Erde, etwa $1^1/_2$ bis 2 Fuss über der obern Steinlage bedeckt. — — Die mittlere Sandschicht oder Füllung betrug etwa 2 Fuss Höhe und war ausserordentlich fest, so dass man sie mit Radhauen, und das nur mit Mühe aufhauen konnte.«

Leider sagt Nunn nicht, ob sich Spuren von Asche, Knochen oder Fragmente von Töpfergeschirr gefunden haben, obgleich Eines oder das Andere der Fall gewesen sein muss, da man ohne Zweifel den umständlichen Bau des Hügels nicht vorgenommen hat, um in demselben die gefundenen Bronzen zu deponiren. Indessen sagt er weiter:

»Von aufgestellten Steinen, welche die Deckplatten getragen hätten, habe ich nichts bemerkt. — Die ganze Höhe des geöffneten Grabes kann gegen 5 bis 6 Fuss betragen haben, der Durchmesser der Basis 12—13 Fuss.«

Er sagt dann, dass sich noch andere Gruben in der Umgegend befanden, welche theilweise niedriger, deren Durchmesser an der Basis aber dem erwähnten ziemlich gleich seien, indessen habe es den Anschein, als seien mehrere derselben bereits geöffnet gewesen, wohl aber schon vor langer Zeit. Endlich schliesst Nunn seinen Bericht mit einer merkwürdigen Beobachtung, welche ich nicht unterlassen kann, anzuführen, Er sagt:

»Eine mir eigenthümliche Bemerkung machte ich endlich noch bei der Oeffnung des bewussten Grabes.

»Ich liess auf den Grund graben, so dass ich also das Niveau der übrigen Waldfläche erreichte, und fand die obere Erdfläche, die freilich bisher unter dem Grabhügel verdeckt lag, ganz so, wie etwa ein öffentlicher Platz aussieht, der von vielen Fussgängern, Vieh, Fuhrwerken etc. stark benützt wird und dann über Nacht gefriert, so dass der Schmutz am Morgen trocken und tuffsteinartig aussieht, und die verworrenen Fussstapfen von Menschen und Thieren, Fuhrwerken u. s. w. undeutlich erkennen lässt. Genau dasselbe Aussehen hatte diese Erd-

oberfläche, war entsprechend trocken, aber von vertrockneter, vermoderter, oder irgendwelcher Vegetation war keine Spur zu entdecken. Das Grab war also offenbar blos auf ebener Erde (d. h. nicht auf mit Pflanzen bestandenen Waldboden) aufgeschüttet worden, und auf einem vorher öffentlichen, von Menschen und Thieren stark benütztem Platze.«

Die physikalische Möglichheit dieser Erscheinung ist gegeben. Es kann entweder wirklich zur Zeit der Aufrichtung des Grabhügels gefroren haben, oder der vorher durch Regen erweichte Boden, kann durch die Sonne ausgetrocknet worden, und so die Eindrücke der Fussspuren erhärtet sein. Da man aber kaum, mitten auf einem stark benützten Wege, einen Grabhügel aufgeworfen hat, so scheint an der betreffenden Stelle vorher eine grössere Versammlung von Menschen stattgefunden zu haben. Der Berichterstatter hat leider versäumt anzugeben, ob deutliche Fussspuren wahrzunehmen waren, ob dieselben mit oder ohne Fussbekleidung, von welcher Grösse u. s. w. Desgleichen, welchen Thieren die Fährten angehört haben mögen, von welcher Breite die Radspuren. Interessant ist aber die Sache jedenfalls und es würde sich vielleicht der Mühe verlohnen, bei ferneren Eröffnungen von Grabhügeln, welche, wie der in Rede stehende, auf flachem Boden errichtet sind, die Basis blos zu legen.

Man kann vielleicht sagen, dass bei jedem Volke, welches sich zu irgend einem religiösen Kultus bekannte, sich im Allgemeinen kein Gebrauch länger in ein und derselben Form erhalten hat, als jener der Bestattung der Todten, und dass durch scheinbare Nebendinge wichtigere Resultate erzielt werden können, als durch das Zerbrechen der Töpfe und Vasen und die Aufbewahrung von Scherben, und durch die Herausnahme anderer haltbarer Gegenstände,

Ich sage: »Im Allgemeinen,« denn Jedermann weiss, dass Rang und Habe, sonst wie jetzt, gewisse Abänderungen der Begräbnissform bedingen, und dass dergleichen eben so stattfand und findet in mancherlei andern Fällen, so bei Hast und Eile einzelner Reisenden, die nur flüchtig den gestorbenen Genossen die letzte Ehre erzeigen können, bei Schlachtfeldern, bei Seuchen und wohl noch unter andern Verhältnissen.

Die vorliegende Reihe beschliesst die älteren Bronzen und ich erlaube mir eine kurze Zusammenstellung der Resultate, zu welchen ich gelangt zu sein glaube, folgen zu lassen, theilweise zu wiederholen.

Römer. Münzen.

Blei wurde zur Zeit der Republik absichtlich den Münzen zugesetzt, zuerst dem grossen As, dann eben so dessen Bruchtheilen. Von Augustus an sinkt dieser Bleigehalt, oder besser: er verschwindet, denn die kleinen Mengen, welche jetzt noch gefunden werden, können mit Gewissheit als zufällige, als eine Verunreinigung angenommen werden. Ein, ohne Zweifel mit Absicht zugesetzter, grösserer Bleigehalt tritt aber wieder von Markus Aurelius an auf, und geht fort bis zu den Byzantinern (Arcadius 395 n. Chr,), von dort an aber finden sich durchschnittlich so geringe Mengen, dass dieselben wieder als zufällig betrachtet werden müssen.

Der Zinngehalt verhält sich ähnlich wie das Blei. Absichtlicher Zusatz während der Republik. Aufhören desselben von Augustus an, und Wiederbeginn um die Zeit des Markus Aurelius.

Das Zink wird zur Zeit der Republik in bemerkenswerther Menge

nur als Ausnahme gefunden. Als absichtlicher Zusatz beginnt es aufzutreten wieder bei Augustus, wird von da an getroffen bis zu Gallienus, 260 nach Christus, von da an aber vermindert sich der Zinkgehalt und fehlt nicht selten auch gänzlich.

Eisen, Nickel, Kobalt, Antimon, Arsen, Schwefel, sind unter allen Verhältnissen und zu jeder Zeit als zufällige Beimengung zu betrachten.

Silbergehalt der römischen Münzen, versilberte, verzinnte Münzen.

Ein bemerkbarer, häufig auftretender Silbergehalt wird, mit dem Verschwinden, oder Sinken des Zinkgehaltes, getroffen: von Gallienus an.

Dieser Silbergehalt ist kein absichtlicher bei den versilberten, und mit dünner Silberfolie belegten Münzen.

Er ist kein absichtlicher bei den Münzen, welche nicht versilbert sind, und kann nur als absichtlich betrachtet werden, wenn er so beträchtlich ist, dass durch Weisssieden die betreffende Münze, wenigstens auf einige Zeit silberähnlich wird. Alles das aus dem Grunde, weil es vollkommen zwecklos erscheint, einer Münze einige Procente Silber zuzusetzen, welche man ohnedem mit einem Silberüberzuge zu bekleiden im Sinne hat, und weil es eben so zwecklos erscheinen würde, einem Geldstück, gefertigt aus einer Kupferlegirung, Silber in einer Menge beizusetzen, die dessen Farbe nicht im mindesten verändert.

Aus demselben Grunde ist auch das in den verzinnten Münzen etwa gefundene Silber als ein zufälliger, nicht mit Absicht in dieselben gebrachter Bestandtheil zu betrachten, die verzinnten Münzen selbst aber sind weniger für den Verkehr der Römer unter sich als für das Ausland bestimmt gewesen, für Barbaren und gezwungene gute Freunde.

Byzantiner.

Der Gehalt an Zink, Zinn und Blei sinkt mit Beginn des morgenländischen Kaiserthums in den Münzen, und zwar ist die Abnahme des Bleies am auffälligsten. Ausnahmsfälle kommen in Bezug auf die drei genannten Metalle vor, im Ganzen aber geht aus den Analysen hervor, dass man nicht mehr Legirungen, Bronze oder Messing zu Münzen verwenden wollte, sondern darauf hin arbeitete, mehr oder weniger reines Kupfer auszuprägen, ein Bestreben, welches unter einzelnen römischen Kaisern im ersten Jahrhunderte nach Christus sich ebenfalls schon bemerkbar machte.

Nur in zwei Fällen findet sich in der untersuchten Reihe der morgenländischen Kaisermünzen Silber, die sogenannten Nebenbestandtheile finden sich indessen hier so gut wie vor oder nachher. —

Das bisher besprochene Auftreten, Verschwinden und, nach Jahrhunderten, wieder Erscheinen einiger Metalle in den Münzen der Römer hat seinen Grund kaum in einer Veränderung der metallurgischen Prozesse, sondern verdankt seinen Ursprung sehr muthmasslich einer veränderten Bezugsquelle der benützten Erze, oder der aus demselben im unreinen Zustande ausgeschiedenen Metalle, in zweiter Hand, vielleicht einer Verlegung der Münzstätten. Bei den von den morgenländischen Kaisern ausgeprägten Münzen mag wenigstens dieses letzte Moment in Anspruch zu nehmen sein.

Römer. Schmuck, Waffen, Geräthe.

Wenn die wenigen Analysen von derlei Gegenständen überhaupt erlauben Schlüsse zu ziehen, so mag ausgesprochen werden, dass die Zusammensetzung der Spiegel derjenigen unserer Metallspiegel sehr nahe kömmt und der Hauptsache nach aus Kupfer und Zinn besteht.

dass bei Schmuckgegenständen das Goldfarbe gebende Zink eine Hauptrolle spielt, dass bei den Waffen wieder vorzugsweise Kupfer und Zinn verwendet wurde, doch das letzte Metall in geringerer Menge als bei den Spiegeln, und endlich, dass die Zusammensetzung der Statuetten so ziemlich dem von Plinius gegebenen Recepte entspricht: Kupfer, Blei und Zinn. —

Freilich ist es kein »Schluss«, kein »gewonnenes Resultat«, wohl aber ein frommer Wunsch, den ich hier ausspreche, der nämlich, dass es einem gewiegten Kenner römischer Alterthümer gefallen möge, ausgewählte und mit Sicherheit bestimmte römische Bronzen einem Chemiker zur Analyse zu übergeben, um die in diesem Punkte wirklich fühlbaren Lücken auszufüllen. In jeder grösseren Sammlung finden sich Fragmente von geringem Werthe, welche desshalb der Archäologe dennoch sicher zu bestimmen im Stande ist, und einige Bohrspäne thun selbst dem antiquarischen Werthe grösserer Gegenstände nur geringen Abbruch, dem archäologischen wohl gar nicht.

Griechen, Macedonier etc. Münzen.

Die älteren Münzen der Griechen, hier solcher, welche etwa 400 Jahre vor Christus geprägt wurden, bestanden aus wirklicher Bronze, aus Kupfer und Zinn. Später tritt ein absichtlicher Bleizusatz auf, und dieses zwar auf Kosten des Kupfers, während der Zinngehalt so ziemlich derselbe bleibt, und eher steigt als fällt.

Es ist, bei zweifelhaften Funden, möglich, vermittelst dieses fehlenden oder vorhandenen Bleigehaltes, annähernd das Alter derselben bestimmen zu können.

Ein absichtlicher Zusatz von Zink findet bei den griechischen Münzen nicht statt, deutlich nachweisbare Spuren, Verunreinigungen mit demselben, werden aber nicht selten gefunden, und die früheren Angaben sind mithin dahin zu berichtigen, dass nur ein grösserer Zinkgehalt auf nicht-griechische Herkunft schliessen lässt.

Silber wird, im Gegensatz zu der besprochenen, grösseren römischen Periode, nur selten und in geringer Menge gefunden.

Die »Nebenbestandtheile« werden ebenfalls in den griechischen Münzen nicht vergeblich gesucht.

Als ächte Bronze mit ziemlich hohem Zinngehalte, und selbst als eine bessere wie die griechische, ist die Zusammensetzung der macedonischen Münzen zu betrachten.

Blei ist den macedonischen Münzen kaum jemals absichtlich zugesetzt worden, eben so wenig Zink, doch wird Blei als Verunreinigung öfter gefunden als Zink, welches häufig gänzlich fehlt. —

Spuren von Silber sind höchst selten in den macedonischen Münzen, und unter den, auch hier nicht fehlenden Nebenbestandtheilen, wird das Antimon ebenfalls nur selten und spärlich getroffen.

Die Bronze der macedonischen Münzen ist fest, in hohem Grade zähe, feinkörnig und trefflich durchgeschmolzen, und ist die beste aller älteren Bronzen, welche ich untersucht habe.

Bezüglich der nicht numismatischen Gegenstände der Griechen habe ich nichts zu thun, als die pia desideria zu wiederholen, welche ich mir erlaubt habe bei den Römern auszusprechen. —

Aegypten.

Wenn aus den wenigen vorliegenden Untersuchungen überhaupt irgend ein Schluss gezogen werden darf, so kann ausgesprochen werden, dass die ägyptische Bronze eine stark bleihaltige ist, und dass auf den Guss der verhältnissmässig häufig vorkommenden, kleinen

Statuetten wenig Mühe verwendet wurde, indem der Bruch derselben unrein und blasig ist und weisse Metallkörner zeigt.

Zink findet sich bei den ägyptischen Bronzen hie und da, zuverlässig aber nicht als absichtlicher Zusatz.

Antimon, wenn auch stets nur in geringen Quantitäten anwesend, scheint durchschnittlich doch reichlicher vertreten als in den Bronzen anderer Länder.

Russland.

Die in der Krimm gemachten Funde, so wie jene von der Halbinsel Taman sind griechischer Abkunft. Sie entsprechen den älteren griechischen Münzen, verhalten sich als ächte Bronze und zeigen, wie jene, nur einen höchst geringen, unabsichtlichen Gehalt an Blei.

Das Zink fehlt entweder gänzlich, oder tritt nur hie und da als Spur auf, einzelne Gegenstände aber, welche grösseren und jedenfalls absichtlichen Zinkgehalt zeigen, sind aller Wahrscheinlichkeit nach als importirt anzunehmen.

Die von Göbel und mir untersuchten Münzen aus Olbia scheinen nach den oben bei den griechischen Münzen gemachten Erfahrungen, einer früheren und einer späteren Periode anzugehören. Die bleifreien der ersteren, der letzteren die bleihaltigen.

Die Funde in den skythischen Gräbern verhalten sich wie jene in der Krimm gemachten. Sie bestehen ihrer Hauptmasse nach aus Kupfer und Zinn, und die »Nebenbestandtheile« treten in nicht grösserer oder geringerer Menge auf als in allen andern Kupferlegirungen. Den Pfeilspitzen hingegen ist ohne allen Zweifel absichtlich Blei zugesetzt worden, und es geht hieraus hervor, dass man wusste, was man wollte, und die Zusammensetzung des Erzgemenges ganz gut in der Hand hatte, mag man jetzt mit mehr oder weniger reinen Metallen oder mit Erzstufen allein gearbeitet haben.

Die Gegenstände aus Tanais zeigen, obgleich sie zum Theil in das erste oder zweite Jahrhundert unserer Zeitrechnung fallen, doch vollständig das Verhalten der aus Tanais stammenden vorchristlichen, und gleichzeitig der noch älteren aus der Krimm. Sie sind Bronze, zinkfrei, und nur mit Spuren von Blei.

Mit ein wenig gutem Willen braucht man desshalb meine Erfahrungen über die griechischen Münzen (früher bleifrei, später bleihaltig), nicht anzutasten, da man mit mir leicht annehmen kann, dass man Schmuck, Geräthe und Münzen auch zu ein und derselben Zeit aus verschiedener Legirung darstellte, ich aber schliesse ferner: dass für jene Länder die Art und Weise die Bronze zusammenzusetzen durch fast sechs Jahrhunderte so ziemlich dieselbe geblieben ist.

Die Funde aus den Gräbern im Gouvernement Wladimir gehören späteren Zeiten, anderen Stämmen an, und eben so ist ihre Zusammensetzung eine veränderte, indem sie sämmtlich Zink enthalten.

Verschiedenen Zeiten gehören sehr wahrscheinlich die von Struve, Göbel und mir untersuchten Gegenstände an, wenn man nämlich den Zinkgehalt als ein Kriterium späterer Zeit annehmen will.

Da ich die Folgerungen Göbels, bezüglich der Funde in den Ostseegouvernements, oben bereits wörtlich angeführt habe, so bedürfen dieselben hier keiner weiteren Erörterung.

Derselbe Fall tritt ein mit den Schlüssen, welche Phillips, v. Fellenberg, Stolba und Wibel gezogen haben, in Betreff der vorstehenden Reihe:

Deutschland, Oesterreich, Schweiz etc.

Was ich bezüglich der Bestandtheile dieser Bronzen gefunden habe, ist kurz gefasst Folgendes:

Die Kupferlegirungen sind zinnreicher in Mecklenburg, Pommern, Brandenburg, Oldenburg, Anhalt, und Werkzeuge und Waffen haben im Durchschnitte mehr Zinn als andere Gegenstände.

Für Böhmen hat sich ein durchschnittlich etwas geringerer Zinngehalt herausgestellt, als für die vorher erwähnten Länder.

In den Schweizer Funden kann ein Ueberwiegen des Zinngehaltes für irgend einen Gegenstand nicht wohl angenommen werden.

Einzelne Ausnahmen abgerechnet scheint das Blei in der überwiegenden Anzahl von Fällen nur als zufälliger Bestandtheil aufzutreten, selten kann man auf einen absichtlichen Zusatz desselben schliessen, in vielen Bronzen fehlt es aber auch gänzlich.

In der ganzen Reihe tritt Zink noch seltner auf als Blei, wenn Spuren gleichwohl übersehen sein mögen. Grössere Mengen, welche als absichtlicher Zusatz betrachtet werden müssen, lassen ohne Zweifel auf Import, und das zwar auf Römischen schliessen, oder auf Aufenthalt der Römer im betreffenden Lande, kurz auf römische Abkunft.

Wie die Tabellen zeigen, fehlen die Nebenbestandtheile in der ganzen Reihe nicht, wenigstens in denjenigen Analysen nicht, bei welchen auf dieselben gesucht wurde. —

Was endlich die Darstellung der Kupferlegirungen bei den Alten, im weitesten Sinne des Worts, anlangt, so glaube ich Folgendes annehmen zu dürfen.

Bei jedem Volke wurden in den ersten Zeiten, in welchen man überhaupt Metalllegirungen verfertigte, dieselben durch das Schmelzen der Erze dargestellt, und der erste rohe und unreine Regulus, welchen man erhielt, sogleich zum Gusse des gewünschten Gegenstandes benützt.

Wie lange diese »ersten Zeiten« bestanden haben, ist schwer zu bestimmen. Die Dauer derselben kann bedingt sein durch die Intelligenz des betreffenden Volkes, durch den Verkehr mit andern Völkern, durch grösseren oder geringeren Reichthum an Erzen und deren Verschiedenheit, und endlich durch eine Reihe von Dingen, welche man gewöhnlich Zufälligkeiten nennt. Jedenfalls aber wird man mit Jahrhunderten zu messen haben.

Im Laufe dieser Jahrhunderte hat man aber ohne Zweifel die Erfahrung gemacht, dass das Ausschmelzen einer oder der anderen Erzstufe den gewünschten Zwecken besser entsprach als das anderer, ja man fand, dass den ursprünglich angewendeten Stufen ganz unähnliche, eine Verbesserung zuwege brachten, wenn man sie mit jenen zusammenschmolz.

Da man annimmt, dass der erste, rohe Metall-Regulus aus Kupfererzen dargestellt und zur Verfertigung von Geräthschaften verwendet wurde, so hat man durch diesen Zusatz anderer Erze den ersten Schritt zur Darstellung der Bronze oder der Kupferlegirungen überhaupt gemacht.

Es wird sich aber kaum läugnen lassen, dass diese alten Erzkünstler bald begriffen, dass dieses oder jenes zugesetzte Erz bessere oder schlechtere Wirkung hervorbrachte, und auf diese Weise kam man dazu, mit Willen Blei, Zinn, bei den Römern auch Zink, dem Metallgemenge zuzusetzen, ohne anfänglich wenigstens desshalb Blei und

Zink im metallischen Zustande zu kennen. Die mangelhaften und blos empirischen Kenntnisse im Berg- und Hüttenwesen liessen freilich diese Legirungen nicht stets nach Wunsch ausfallen, und daher mag es kommen, dass häufig gleiche Gegenstände aus ziemlich derselben Zeit eine verschiedene Zusammensetzung haben, während die Metallmischung zu sehr verschiedenen Zwecken dienender Bronze-Objekte als eine ziemlich gleiche gefunden wird.

Dass man aber während dieser Schmelzarbeiten wohl auch auf die Darstellung von Blei und Zinn kam, freilich nach unseren Begriffen in höchst unreinem Zustande, scheint mir höchst glaublich. Ganz zuverlässig kannten wenigstens die Römer zu Plinius Zeiten Zinn und Blei, nannten sie es gleichwohl Plumbum album und nigrum. Aus einer Menge von Stellen geht das bei Plinius hervor, und eben so ist aus seinen Vorschriften zur Statuen-Bronze ersichtlich, dass das Zusammenschmelzen der Erzstufen zur Erzeugung der Bronze, für viele Gegenstände wenigstens nicht mehr im Gebrauche war.

Ausführlich habe ich oben meine Meinung ausgesprochen über die Frage, ob die verschiedenen alten Kupferlegirungen in den Ländern, in welchen man sie gefunden, selbst gefertigt oder eingeführt worden.

Ich habe dieser meiner höchst unmassgeblichen Meinung für jetzt Nichts mehr beizusetzen.

Nr.	Gegenstand.	Bemerkungen.
1	Münze. Nr. 1 bis 6. Tschen genannt.	— — —
2	Münze.	— — —
3	Münze.	Spec. Gewicht 8.497. —
4	Münze.	— — —
5	Münze.	Sp. Gew. 8.552.
6	Münze.	Sp. Gew. 8.166.
7	Münze. Nr. 7 u. 8. Patéc genannt.	Sp. Gew. 8.517.
8	Münze.	— — —
9	Münze. Nr. 9 bis 24. Tschen genannt.	Nr. 9 bis 25. Bruch grau, Schnitt gelb, höc brüchig.
10	Münze.	Totalgewicht 4.05 Grm.
11	Münze.	Totalgew. 4.25 Grm.
12	Münze.	Totalgew. 3.92 Grm.
13	Münze.	Totalgew. 5.18 Grm.
14	Münze.	Totalgew. 4.77 Grm.
15	Münze.	Totalgew. 4.39 Grm.
16	Münze.	Totalgew. 4.18 Grm.
17	Münze.	Totalgew. 4.57 Grm.
18	Münze.	Totalgew. 5.04 Grm.
19	Münze.	Totalgew. 4.54 Grm.
20	Münze.	Totalgew. 4.45 Grm.
21	Münze.	Totalgew. 4.85 Grm.
22	Münze.	Totalgew. 4.00 Grm.
23	Münze.	Totalgow. 3.98 Grm.
24	Münze.	Totalgew. 3.95 Grm.
25	Gong - Gongs, oder: Tam - Tams.	Beckenartiges mit Lederschlägel zu schlage musikal. Instrument.
26	Gong - Gongs.	— — —
27	Kanone.	Sp. Gew. 8.76. Farbe u. Zähigkeit d. Messin
28	Spiegel.	— — —
29	Chinesisches Weisskupfer.	— — —
30	Chines. Kupfer, oder: Packtong.	Breiter Kuchen. Aussen u. im Br. weissge
31	Weiss - Kupfer, oder: Packtong.	Ringförmig. Aussen schwärzlich. Br. un gelmässig gelb.
32	Ohne Bezeichnung.	Dünne Fragmente. Aussen u. im Br. sch roth.
33	Chines. Kupfer. I. Sorte.	Halbrundes, glattes Stück. Aussen u. im] schön roth.
34	Chines. Kupfer. II. Sorte.	Wie das vorige.
35	Chines. Kupfer. III. Sorte.	Wieder wie Nr. 33.
36	Wieder chines. Kupfer. I. Sorte.	Dünne Platte. Aussen u. im Br. kupferrotl
37	Chines. Kupfer. II. Sorte.	Barre. Körniger Bruch, schwärzlich roth.
38	Ohne Bezeichnung.	Wie Nr. 37.
		Cochinchina.
39	Haubitze.	Farbe röthlichgelb. Br. regelmässiges Ko Zähe. Sp. Gew. 8.88.

China, Cochinchina etc.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
63.94	2.29	26.24	6.02	—	1.35	—	Spur	—	—	—	Pöpplein.
60.97	0.05	35.05	1.56	Spur	2.37	—	Spur	—	—	—	Pöpplein.
55.53	0.33	32.74	1.03	—	2.38	0.54	—	3.21	3.44	—	Pöpplein.
59.14	2.71	29.62	3.40	Spur	4.83	0.17	Spur	—	—	—	Pöpplein.
59.98	1.20	32.11	3.98	0.07	2.10	0.55	—	—	Spur	—	Pöpplein.
60.19	1.81	31.57	5.83	—	1.34	—	—	—	—	—	Pöpplein.
59.88	7.90	0.59	31.42	Spur	0.35	0.18	—	Spur	Spur	—	Pöpplein.
51.20	4.81	Spur	42.25	0.03	1.36	Spur	0.23	—	—	—	Pöpplein.
83.96	2.20	11.23	2.11	—	Spur	0.10	Spur	0.40	—	—	Bibra.
76.87	2.33	18.62	2.08	—	0.10	—	—	Spur	Spur	—	Bibra.
76.61	1.80	16.80	2.79	—	2.00	Spur	—	Spur	—	—	Bibra.
58.73	2.63	37.58	0.86	Spur	Spur	0.20	Spur	Spur	Spur	—	Bibra.
87.33	2.56	7.62	0.74	Spur	0.18	—	—	0.05	0.53	Spur	Bibra.
87.29	2.10	9.52	0.42	—	0.37	0.10	—	0.20	Spur	—	Bibra.
75.76	2.50	19.10	2.20	—	0.34	0.10	—	Spur	—	Spur	Bibra.
54.98	0.65	40.26	0.90	—	2.85	0,30	0.06	Spur	—	—	Bibra.
50.65	2.53	43.37	1.77	—	1.86	Spur	—	Spur	Spur	—	Bibra.
67.54	2.80	22.90	3.80	Spur	1.30	0.41	Spur	1.22	0.13	—	Bibra.
74.61	1.40	21.83	0.48	—	1.48	0.20	Spur	Spur	—	—	Bibra.
61.08	2.70	32.90	0.80	—	1.77	0.12	Spur	0.42	0.21	—	Bibra.
56.96	0.42	36.47	2.81	Spur	3.29	Spur	Spur	0.05	—	—	Bibra.
87.95	2.70	6.08	2.50	—	0.30	0.10	—	0.37	0.07	—	Bibra.
68.11	2.11	22.90	4.03	—	2.28	Spur	Spur	0.50	—	—	Bibra.
67.05	0.42	30.65	0.08	—	1.80	—	—	Spur	—	—	Bibra.
78.00	22.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Klaproth.
80.00	20.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Genth.
71.16	—	27.36	—	—	1.40	—	—	—	—	—	Roux.
80.80	—	—	9.50	—	—	—	—	8.50	—	—	Kampmann u. Stengel.
79.40	—	—	—	—	4.58	16.02	—	—	—	—	Levol.
87.54	—	—	—	0.12	1.17	11.48	0.44	—	—	0.10	Onnen.
85.09	—	—	--	0.14	4.08	9.49	1.16	—	—	0.49	Onnen.
98.49	—	—	—	0.14	0.01	1.19	—	—	—	—	Onnen.
97.79	—	—	—	0.75	0.21	1.35	—	—	—	—	Onnen.
82.21	—	17.56	—	0.07	0.19	0.71	—	—	—	—	Onnen.
62.49	—	35.84	—	0.07	0.40	0.74	—	—	—	—	Onnen.
97.12	—	—	—	—	1.28	1.84	—	—	—	0.30	Onnen.
92.65	—	—	5.75	—	1.10	2.11	—	—	—	0.06	Onnen.
93.48	—	—	—	—	4.43	0.46	—	—	—	0.46	Onnen.
88.11	3.16	7.10	—	—	1.63	—	—	—	—	—	Roux.

Kupferlegirungen aus

Nr.	Gegenstand.	Bemerkungen.
40	Kanone.	Farbe grauweiss. Br. homogen, wenig zähe. Sp. Gew. 9.38.
41	Feuerrohr. (Espingole).	Farbe kupferroth. Br. mit bräunlichen Höhlungen, wenig zähe. Sp. Gew. 8.65.
		Indien.
42	Sehr alte Buddha Statue. 1000 Kilogr. Gewicht.	Gefunden in d. Ruinen eines Tempels Soltangunge a. Ganges. Schlacken 0.30 — Gold Spur.
43	Tschen. Tibet.	Schnitt u. Bruch kupferroth. Totalgewicht 5.40 Grm., sehr zähe.
44	Münze. Ostindien.	S. u. B. kupferroth. Sehr zähe. Totalgew. 4.80 Grm.
45	Münze. Brittisch Indien.	S. u. B. kupferroth. Sehr zähe. Totalgew. 8.24 Grm.
		China. (Nachtrag.)
46	Tschen.	Auf einer Seite mit Schrift, auf der andern leer.
47	Tschen.	Auf beiden Seiten mit Schrift.
48	Gong-Gongs.	— — —
49	Spiegel.	— — —
50	Bildsäulen.	— — —

China, Cochinchina etc.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
77.18	3.42	5.02	13.22	—	1.16	—	—	—	—	—	Roux.
93.19	5.43	—	—	—	1.38	—	—	—	Spur	—	Roux.
91.50	—	—	—	0.02	7.59	Spur	—	—	0.08	0.51	Forbes.
98.30	Spur	1.15	—	0.40	0.15	—	—	Spur	—	—	Bibra.
96.97	0.02	2.59	—	—	0.42	Spur	—	—	—	—	Bibra.
97.40	0.03	2.05	0.02	—	0.22	0.28	—	Spur	—	—	Bibra.
67.23	11.28	—	21.47	—	—	—	—	—	—	—	Klaproth.
91.12	2.42	—	6.45	—	—	—	—	—	—	—	Klaproth.
80.00	19.57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Thomson.
80.83	—	—	9.71	—	—	—	—	8.43	—	—	Elsner.
74.00	1.00	10.00	15.00	—	—	—	—	—	—	—	?

Die Kupferlegirungen von China, Cochinchina, Indien.

Trotz der bedeutenden Kunstfertigkeit, welche die Chinesen in vielen Fächern der Technik besitzen, und welche der unsrigen weit voraus ist, scheinen sie dennoch auf ihre Kupferlegirungen nur wenige Mühe zu verwenden, oder das wenigstens nur in einigen Fällen zu thun. Nebenher gesagt scheint das auch bei andern Metallarbeiten so ziemlich der Fall zu sein, denn fast alle chinesischen Schlösser, welche mir zu Gesicht kamen, waren schlecht, und mit ihren Waffen sieht es nicht viel besser aus.

Bezüglich ihrer Münzen, so können dieselben als Messing bezeichnet werden, aber mit einem stark schwankenden Verhältnisse von Zink, was aus meinen Analysen noch mehr als aus denen von Pöpplein hervorgeht.

Genth, in dessen Laboratorium Pöpplein die in den Tabellen angegebenen Münzen untersuchte, giebt Notizen über dieselben so wie über andere chinesische Legirungen, welche ich hier, nach R. Wagners Jahresbericht für 1859, anführen will:

»Das sogenannte Weisskupfer hat mehr als jedes andere Metall oder Legirung die Aufmerksamkeit der über China Schreibenden erregt. J. Fr. Davis, welcher im Allgemeinen gut unterrichtet scheint, spricht von ihm als von einer Verbindung von Kupfer, Zink und Eisen, mit ein wenig Silber, und gelegentlich etwas Nickel *). Der Prozess seiner Darstellung, wie er ihn beschreibt, — »direkt von den gepulverten Erzen, gemischt mit Kohlenstaub, in Tiegeln über schwaches Feuer gestellt, und die Dämpfe in Wasser verdichtet,« — lässt keinen Zweifel, dass die Chinesen ihn mit ihrer Methode der Destillation von Zink bekannt machten. — Von derselben Substanz spricht unzweifelhaft Pater Mailla, welcher bobachtete, dass die Chinesen neben dem gewöhnlichen Kupfer, ein anderes von weisser Farbe haben, welches direkt aus den Erzen erhalten und Pé-tong genannt wird. Er beschreibt es als weiss auf dem frischen Bruche, aber sehr spröde und hart, und behauptet, dass es viel in China gebraucht werde, — doch ist es nöthig, ihm Tutanegu oder ein anderes ähnliches Metall hinzuzufügen, um es weich, oder weniger spröde zu machen.

*) Tabelle Nr. 29. Hier fehlt das Zink und die Legirung besteht nur aus Kupfer, Nickel und Eisen.

Was Mailla mit Tutanegu meint, ist nicht ersichtlich. Das Wort Tutanegu oder Tutenag bedeutet Zink, es ist aber häufig, obgleich irrthümlich, für eine Legirung von Kupfer, Zink und Nickel gebraucht. Die kostbarste, aus diesen drei Metallen bestehende, Legirung, das echte Pack-fong, oder richtiger Pack,-tong, ist zweifellos die interessanteste von allen. Die beste Sorte, welche nahe an 32 pCt. Nickel enthält, hat die Farbe des 12löthigen Silbers und wird oft Electrum*) genannt. Ausserdem existiren in China eine Menge Varietäten, welche bedeutend weniger Nickel enthalten, doch sind sie zu gut bekannt, um eine Wiederholung zu erheischen.

Eine andere sehr interessante Legirung ist diejenige, aus welcher die Gongs (grosse Becken) bestehen, das sogenannte Tam-Tam. Es enthält etwa 80 pCt. Kupfer und 20 pCt. Zinn. Diese Composition scheint schon vor vielen hundert, vielleicht tausend Jahren im Gebrauche gewesen zu sein, denn ein alter gegossener Sarg, gefunden auf der Ostseite des Altai Gebirges, nahe an der Grenze von China gab bei einer Analyse (Nr. 93 Russische Reihe Goebel) dieselben Substanzen in beinahe genau demselben Verhältnisse.

Von den andern Kupfer- und Zinnlegirungen ist die am meisten interessante die Chinasilber genannte, und die, welche für Spiegel benützt wird. Wir haben keine Analyse davon**), aber sie hat aller Wahrscheinlichkeit nach dieselbe Zusammensetzung wie unser Spiegelmetall, welches zu den Spiegeln der Teleskope und zu ähnlichen Zwecken angewandt wird. Davis sagt, dass des Kupfer und Zinn, und vielleicht einen Theil Silber enthält.

Pater Mailla berichtet, dass die für Münzen benutzten Legirungen, seit einer sehr frühen Periode aus Stoffen hergestellt werden, bezogen aus den Provinzen Yun-nan und Koei-teheou. Die Münzen sind Tschen genannt und bestehen nach Davis aus Kupfer und Zink mit vielleicht etwas Blei. Dies sind die einzigen von der chinesischen Regierung ausgegebenen Münzen, und ihr Werth würde gleich sein $^1/_{1000}$ der chinesischen Silber-Unze oder Tael, welche letztere im Werthe 1.40 Dollar des Goldes der vereinigten Staaten ist. Dennoch war ihr Marktwerth, als Davis seine Beobachtungen machte, 1240 Tschen für ein Tael feines Silber, obgleich der Regierung durch ihre Darstellung reichlich mehr Kosten erwuchsen, so dass der Vicekönig von Fokien, in einer Eingabe an den Kaiser, diesen veranlasste, die Münzen dieser Provinz zu schliessen, und alles Ausprägen zu suspendiren, bis der relative Werth von Tschen und Silber sich mehr dem Paristande nähern würde.

Obgleich der Werth eines Tschen nicht bedeutender ist als $^1/_{10}$ eines Cents in Verein. Staaten Gelde, und der Antrieb sie nachzubilden daher nicht gross sein kann, so vermögen doch die Chinesen der unbezwingbaren Neigung, etwas von geringerem Werthe an seine Stelle zu setzen, nicht zu widerstehen, so dass sie dieselben verfälschen und gegossene Bleistücke in Cirkulation setzen.

Der Tschen hat auf beiden Seiten eine Inschrift: auf der einen den Namen des regierenden Kaisers, mit zwei andeutenden Worten »laufender Werth,« auf der Rückseite eine tartarische Inschrift. Sie

*) Sonderbar genug! Wer denkt hier nicht an das Electron der Griechen, das freilich eine Silber-Gold-Legirung. Plinius XXXIII. 23. Isidorus XVI. 23 ff.

**) Doch, Nr. 28 der vorstehenden Tabelle, Kampmann und Stengel. Elsner fand ebenfalls Kupfer, Blei und Antimon.

haben in der Mitte ein viereckiges Loch, mittelst welches sie zu 100 Stück zusammengeknüpft werden, um das Zählen zu sparen. Die meisten Münzen, welche Genth zu Gesicht kamen, waren von dieser Art, und sind bestimmt die gewöhnlichsten. Dennoch hat derselbe zwei andere Arten gesehen, welche von Davis nicht erwähnt sind, und von denen es zweifelhaft ist, ob sie von der Regierung ausgegeben sind. Die eine war von Gusseisen, und die andere bestand hauptsächlich aus einer Legirung von Kupfer und Blei. Von den gusseisernen Münzen hat Genth nur eine gesehen. Sie hatte ein viereckiges Loch in der Mitte gleich dem Tschen und ähnliche Inschriften auf beiden Seiten. Sie ist sehr hart, war aber so oxydirt, dass es unmöglich war, die Natur des Metalles näher zu bestimmen.

Die andere Münze scheint dieselbe zu sein, von welcher Renouard de St. Croix spricht, und welche er Patéc nennt. Sie ist aus einer Legirung von Kupfer und Blei gemacht, hat ein viereckiges Loch in der Mitte und eine Inschrift nur auf einer Seite.

Alle chinesischen Münzen sind gegossen und nie geschlagen oder geprägt. Viele derselben, welche Genth geprüft hat, zeigen Eindrücke von dem zur Form benützten feinen Sande, andere waren hohl, andere hatten die Form nicht vollständig ausgefüllt, oder waren voll sehr kleiner Risse und Lufthöhlen, wesshalb das specifische Gewicht an einigen beträchtlich niedriger gefunden wurde, als es hätte der Fall sein müssen.« —

Ueber die von Pöpplein ausgeführten Analysen sagt Genth ferner, dass es schwer sei aus denselben zu einem bestimmten Schlusse zu kommen, weil sich die Chinesen nicht nach gewissen und unveränderlichen Regeln bei der Fabrication ihrer Münzen richten, obgleich sie sich im Allgemeinen einer Composition bedienen, die unter dem Namen Messing gehen könnte. Dieses Messing ist sicherlich durch Zusammenschmelzen von Kupfer und Zink dargestellt, und nur selten direkt aus den Erzen wie es die Alten thaten. Man weiss aus den Beschreibungen des Pater Mailla und J. F. Davis, dass sie Zink darstellten, und zugleich weiss man auch, dass lange zuvor ehe das Zink in Europa in Gebrauch kam, es die Holländer von China brachten. Das Kupfer, aus welchem sie ihre Münzen darstellen, ist immer sehr unrein, und ist offenbar aus Erzen, die Eisen, öfter wohl auch geringe Quantitäten Nickel und Kobalt enthalten, bereitet. Die Nr. 3 und 7 zeigen das Vorkommen von antimon- und arsenhaltigem Kupfer in China. Es scheint demnach, dass die Chinesen sich auf Geradewohl der Legirungen und Metalle, welche sie erhalten können, bedienen, sie zusammenschmelzen und ihre Münzen aus der Mischung giessen. Man hat aber gesehen, dass Legirungen von Kupfer und Zinn in China vielzeitig angewendet werden. Es scheint, dass sie den zu ihren Münzen benützten Legirungen veränderliche kleine Quantitäten dieser Legirungen zusetzen, weil jede Analyse die Gegenwart des Zinnes angiebt, und weil man weiss, dass zinnhaltige Kupfererze sehr selten anzutreffen sind.

Genth schliesst seine Bemerkung damit, dass er sagt, es sei wahrscheinlich, dass die Chinesen manche ihrer Legirungen mehr als 2000 Jahre benützten, und fügt zur Vergleichung zwei von ihm ausgeführte Analysen römischer Münzen bei, Hadrian und Trajan, welche ich bereits oben bei der Reihe der silberhaltigen Münzen Nr. 24—25 aufgeführt habe.

Meine Analysen stimmen ganz gut mit denen Pöppleins. Ein höchst schwankender Zinkgehalt, bei meinen Untersuchungen 6 und

43 pCt. Ein ebenfalls schwankender oder geringer Zinngehalt, und bezüglich der nicht fehlenden Nebenbestandtheile, das Eisen am meisten vertreten.

Ich will nicht bestimmt der Vermuthung Genths beipflichten, dass der Zinngehalt ein absichtlicher sei. Dagegen spricht die nicht selten so geringe Quantität, in welcher derselbe auftritt, und welche man gewöhnt ist als Verunreinigung zu betrachten. Auf der andern Seite indessen scheinen die Kupferanalysen, Levol und Onnen, Nr. 29 bis 38 Genths Ausspruch zu bestätigen.

Bezüglich der Patéc genannten, und Nr. 7 und 8 von Pöpplein untersuchten Münzen, so könnte ihr starker Bleigehalt zu der Vermuthung führen, dass sie jenen Fälschungen angehörten, von welchen Genth spricht. —

Die von mir untersuchten Tschen habe ich zum Theile auf einem Schiffe im Hafen von Valparaiso eingehandelt, welches einige hundert Chinesen nach Peru brachte, die dort den Seidenbau in Aufnahme bringen sollten.

Eine weitere Menge erhielt ich hier in Nürnberg, durch einen Gelbgiesser, welcher von England aus, wenn ich nicht irre, über hundert Centner von Tschens bezogen hatte, sie sämmtlich einschmolz, und mit seinem Gechäfte zufrieden war. Es war das (wieder wenn ich nicht irre) Anfang dieses Decenniums, und man erzählte sich, dass die chinesiche Regierung beabsichtige alle Tschens auf die Seite zu schaffen und eine andere Münze dafür in Cours zu setzen. Ich weiss nicht, ob diese Sendung chinesischer Münzen zusammenhängt mit dem von Genth erwähnten Berichte des Vicekönigs von Fokien, fast will es aber so scheinen. Wenigstens hat die Regierung kaum ein gutes Geschäft gemacht mit dem Verkaufe dieser Münzen durch englische Hand, welche man später in Nürnberg noch mit Vortheil zu Messing-Leuchtern umschmolz.

Mehr Mühe scheinen die Chinesen bei der Verfertigung ihrer Tam-Tams anzuwenden. Stanislaus Julien hat zwei Berichte über dieselbe gegeben, den ersten 1833 Ann. de Chémie et de Physique, welcher von Darcet besprochen wurde und später 1847 einen zweiten, Compt. rend. XXIV. p. 1069.

Berichte und Anmerkungen zu denselben will ich hier folgen lassen. St. Julien sagt: »Das Rothkupfer, welches zur Verfertigung von musikalischen Instrumenten gebraucht wird, darf nur mit Bergzinn*) legirt werden, das ganz ohne Bleigehalt ist **).

Zur Verfertigung der Tam-Tams (Lo) etc. verbindet man 8 Pfund Rothkupfer mit 2 Pfund Zinn. Beide Metalle müssen viel reiner sein, wenn man Glöckchen oder Cymbeln verfertigen will.

Will man ein Tam-Tam fabriciren, so darf man es nicht zuerst in seine Form giessen und dann durch Hammerschläge schmieden, sondern man schmilzt zuerst eine dicke Metallplatte, schneidet sie rund und schlägt sie dann erst mit dem Hammer. Dieses geschieht so, dass man die runde Metallplatte auf den Boden legt. Wenn das Instrument sehr gross werden soll, so stellen sich vier bis fünf Arbeiter darum und schlagen mit einem Hammer darauf. Die kleine Metallplatte streckt sich

---

*) Die Chinesen haben zwei Sorten Zinn, Berg- und Flusszinn. Beide werden aus der Provinz Kouang-si bezogen.

**) Im chinesischen Texte heisst es, Zinn das nicht den geringsten Dampf von Blei enthält.

nun, wird breiter, erhält Ränder und fängt an wie eine Saite zu tönen. Alle diese Töne entstehen an den Punkten, wo die Platte vom Hammer geschlagen worden ist *).

Mitten in dieser kupfernen Trommel wird eine runde Erhöhung angebracht, dieselbe mit dem Hammer geschlagen, und dadurch erhält das Instrument seine Töne. Man unterscheidet deren zwei: nämlich den männlichen und weiblichen Ton. Sie hängen beide von der Grösse der Erhöhung ab, daher dieselbe mit vieler Genauigkeit auf dem Rücken der Platte angebracht werden muss. Durch Verdopplung der Hammerschläge erhält das Instrument einen tieferen Ton.« —

Darcet, welchem man diesen Bericht mittheilte, machte folgende Bemerkungen.'

»In der ganzen vorigen mir mitgetheilten Note finde ich keine einzige richtige Angabe als die Zusammensetzung des Metalles des Tam-Tams und Cymbeln.

Ich habe 7 Tam-Tams und 22 Cymbeln untersucht und in 100 Theilen nie mehr als ungefähr: 80 Kupfer und 20 Zinn gefunden.

Freilich hat man mir vor etwa vier oder fünf Jahren einen Originalbrief eines Missionärs an den früheren Minister Herrn Bertin mitgetheilt, worin stand, dass das Tam-Tammetall ausser Kupfer und Zinn noch 8 hundertel Wismuth enthalte, aber aus den Eigenschaften dieser Legirung und den oben angegebenen Analysen lässt sich ersehen, dass der Arbeiter, der das Verfahren dem Missionar mitgetheilt, denselben betrogen hat.

Ich betrachte also die Zusammensetzung des Tam-Tammetalles aus 80 Kupfer und 20 Zinn als ganz festgestellt. Durch dieses allein sind wir aber doch nicht im Stande, die genannten Instrumente zu verfertigen. Denn diese Legirung ist so spröde wie Glas und würde man sie, so wie der Guss sie giebt, anwenden, so könnten wir sie nicht allein nicht schmieden, sondern auch die daraus gefertigten Instrumente nicht, ohne sie zu zerbrechen, gebrauchen.

Diese Erfahrung haben wir bei einem nicht abgelöschsten Tam-Tam gemacht, welches zu Châlons für den König von Preussen fabrizirt worden war, sowie bei dem im grossen Opernhause zu Paris, welches nach dem Springen geglüht und mit Silberloth wieder reparirt worden war.

Diese Legirung aus 80 Kupfer und 20 Zinn ist so spröde, dass sie sich, besonders wenn sie heiss ist, zu Pulver zerreiben lässt. Sie besitzt ein grosses specifisches Gewicht, ist sehr feinkörnig, und auf dem Bruche fast eben so weiss als das Glockenmetall.

Die Tam-Tams und Cymbeln besitzen im Gegentheil ein geringeres specifisches Gewicht und haben einen faserigen Bruch von derselben Farbe als die Legirung des Kanonenmetalles aus 90 Kupfer und 10 Zinn. Das Stück eines Tam-Tams oder einer Zymbel bricht nicht, wenn es gestossen wird, sondern schlägt sich platt, und lässt sich, ohne zu zerbrechen bis zu einem Winkel von 130 bis 140° biegen.

Aus dieser Vergleichung geht nun leicht hervor, dass die Tam-Tams und Zymbeln nicht nach Art der Angabe des chinesischen Autors verfertigt werden können, und dass man nur mit Anwendung eines ge-

*) Wörtlich: Entstehen an den Punkten des kalten Hammers. Es scheint also, dass die Tam-Tamlegirung heiss gehämmert wird. Auch hat man durch Erfahrung gefunden, dass dieselbe spröde wird, wenn man sie nach langsamem Erkalten hämmert.

wissen Handgriffes die Legirung aus 80 Kupfer und 20 Zinn bei dieser Fabrikation gebrauchen kann.

Ich machte bekannt, dass dieser Handgriff in dem Ablöschen der Legirung bestehe, und wirklich, wenn man dieselbe bis zum Rothglühen erhitzt und in kaltes Wasser taucht, so erlangt sie sogleich alle physikalischen Eigenschaften der Tam-Tams und Cymbeln. Uebrigens habe ich auf diese Art 60 Paar Cymbeln fabrizirt, und dadurch meine Meinung gerechtfertigt gefunden.

In der chinesischen Beschreibung ist nicht ein Wort von diesem Ablöschen gesagt, und doch ist ohne dasselbe an kein Gelingen der Fabrikation zu denken. Selbst nach dem Ablöschen lässt sich diese Legirung nicht hämmern, der chinesische Autor *) hat uns also gewiss ein Mährchen erzählt, als er von der Metallplatte und vom Rändern derselben mittelst Hämmern sprach.

Was die Anmerkung (von »den Punkten des kalten Hammers«) betrifft, so hat sich darin wahrscheinlich Herr Julien geirrt, denn die Erfahrung hat bewiesen, dass die Legirung aus 80 Kupfer und 20 Zinn, heiss viel spröder ist als kalt, selbst wenn man sie vorher langsam hat erkalten lassen.

Mit einem Worte: der chinesische Arbeiter hat den Verfasser des Aufsatzes belogen, gerade so, wie es auch bei uns geschieht, wenn Neugierige die Fabriken besuchen.

Ich glaube, dass das wirkliche Verfahren bei der Fabrikation der Tam-Tams und Cymbeln in Folgendem besteht:

Das Modell des zu fabrizirenden Instruments wird aus Rothkupfer oder Messing geschmiedet. Es erlangt die verlangte Form durch Hämmern auf beiden Flächen, so dass durch die Eindrücke des Hammers eine fortlaufende Anzahl von sphärischen Vertiefungen und hervorspringenden Theilen, wie man sie auf den Cymbelm und besonders auf den Tam-Tams bemerkt, gebildet werden. Wenn das Modell fertig ist, so wird es in Sand, Zinnasche oder Formerde abgedrückt. Man macht eine Legirung aus 80 Kupfer und 20 feinem Zinn, dieselbe wird in Barren gegossen, umgeschmolzen und so in die Form gegossen. Das Stück wird aus der Form genommen, der Gusskopf abgebrochen und nach Art des Stahles abgelöscht. Hat sie sich beim Ablöschen in Wasser geworfen, so wird sie durch schwaches Hämmern wieder in die richtige Form gebracht. Den gehörigen Ton erhält das Instrument entweder zuerst durch mehr oder weniger plötzliches Ablöschen oder durch Hartschlagen mit dem Hammer. Zuletzt wird es glatt geschabt, wie dieses bei der Verfertigung von kupfernen oder messingernen Kesseln geschieht, und somit ist das Instrument fertig.

Diess wären also mit wenigen Worten die Grundzüge der Fabrikation der Tam-Tams und Cymbeln. Die Details können hier in einem blosen Briefe nicht Platz finden. Ich hoffe, dass mir später meine Zeit erlauben wird, der Akademie eine Ausarbeitung über die Kunst, musikalische Schlaginstrumente zu verfertigen, vorlegen zu können. Unterdessen habe ich der école des arts et métiers zu Châlons alle nöthigen Weisungen ertheilt, um in Frankreich die Fabrikation der Tam-Tams und Cymbeln organisiren zu können, und ich hoffe, dass die nächste Kunstausstellung so ausfallen wird, dass uns in dieser Hinsicht Nichts mehr zu wünschen übrig bleibt.

---

*) Die Mittheilung von St. Julien ist einer chemischen Encyclopädie der Künste und Gewerbe entnommen, welche den Titel führt: Tiang-Kong-Bai-we.

Die zweite im Jahre 1847 von Stanislaus Julien in Compt. rend. gegebene Mittheilung über die Metallurgie der Chinesen lautet folgendermassen:

»Man macht von dem Rothkupfer zum Guss und zur Darstellung von Gefässen und Instrumenten nur nach der Verwandlung desselben in Messing Gebrauch.

Durch Verbindung mit einer gewissen Menge Arsenik erhält man das pé-tong oder Weisskupfer, welches zweimal schwerer zu bearbeiten ist als das Messing, wovon die Reichen allein Gebrauch machen. Alles Messing, welches aus Kupfer und Galmei erzeugt wird, kann warm gehämmert werden, hat man aber statt des Galmei japanisches Kupfer angewendet, so muss man es kalt schlagen.

Um das Kupfer zur Darstellung musikalischer Instrumente geeignet zu machen, legirt man es mit Zinn (20 auf 100). Diese Instrumente werden aus einem einzigen Stücke ohne Löthung gefertigt. Bei Darstellung kupferner Geschirre, von runder oder quadratischer Form, vereinigt man die einzelnen Theile durch Löthung oder Nietung. Von ersterer unterscheidet man zwei Arten, die kleine Löthung welche mittelst gefeilten Zinnes ausgeführt wird, und die grosse, zu welcher man gepulvertes Glockengut (aus 80 Kupfer und 20 Zinn) anwendet.

Dieses Pulver wird auf der Löthstelle mit einem Brei aus Reis, dem es zuvor beigemengt worden, befestigt, dieser aber dann durch einfaches Abspülen wieder weggenommen. Die Kupferfeile bleibt zurück. Zur Löthung silberner Gefässe bedient man sich des Feilstaubes von Rothkupfer.

Will man ein Kupfer-Instrument treiben, zum Beispielee in Teching, gewöhnlich Lo genannt, ein Gong, Tam-Tam mit plattem Boden, so ist es nicht nöthig, dasselbe vorher in eine gerundete Form zu giessen, man kann es ohne weitere Vorbereitung unmittelbar schlagen. Will man jedoch ein Tscho, eine Kupfertrommel (Tam-Tam) treiben, oder Beken Ting-ning, so giesst man zuerst das Metall in die Form einer runden Platte, darauf bearbeitet man es mit dem Hammer.

Bei der Bearbeitung eines Gongs oder Tam-Tams bedient man sich des Ambosses nicht, die Masse oder die Platte von Metall wird auf die Erde gelegt. Soll das Instrument von grossem Durchmesser werden, so placiren sich mehrere Arbeiter um dasselbe und schlagen dasselbe mit gesteigerten Schlägen. Das Arbeitsstück dehnt und erweitert sich hiebei, und zugleich erklingen hiebei aus dem Körper des Instruments schwirrende Töne, welche von allen kalt geschlagenen Punkten ausgehen. Wenn die Mitte des Tam-Tams in eine Wölbung ausgetrieben worden ist, giebt ihm ein geschickter Arbeiter nach und nach die Qualität des Tones, indem er es fortwährend kalt schlägt. Man kann ihm nach Belieben zwei Arten von Tönen geben, den weiblichen (scharfen) und den männlichen (tiefen) aber man muss hiebei genau bis ein Hunderttheil, ja fast bis auf ein Tausendtheil den Grad der Höhlung oder der inneren Ausbauchung berechnen.

Wenn das Messing den Hammer verlassen hat, zeigt es eine mattweisse Farbe, die Feile bringt seine natürliche Farbe wieder zum Vorschein.«

Der unglückliche Darcet konnte diesen zweiten Bericht Juliens, in welchem er Mancherlei des ersten wiederholt, weder berichtigen noch ihm beipflichten, da er im December 1846 zu Paris in seinem Bette verbrannte. Unbedingt aber haben die Berichtigungen dieses Gelehrten zu Julien's erstem Berichte viel Wahrscheinliches.

Herrschen aber wie man sieht auch verschiedene Ansichten bezüglich der Verfertigung des Tam-Tam und der Cymbeln, so haben doch alle Analysen das gleiche Resultat für die Legirung selbst gegeben, 20 Zinn, 80 Kupfer.

Was die Münzen betrifft, so stimmen Pöppleins und meine Analysen ganz gut, die zwei Untersuchungen Klaproth's aber geben ein verschiedenes Resultat. Grund: unbekannt.

Ueber die von ihm untersuchten Geschütze aus China und Cochinchina sagt Roux (Comp. rend. LII p. 1046):

»Die chinesischen Kanonen scheinen über einen Kern gegossen zu sein, wie sich aus den Spuren eiserner, zur Befestigung des Kernes dienender Klammern, Kreuzeisen und so weiter, ergiebt. Bei einigen chinesichen Kanonen besteht die Seele des Geschützes aus Eisen.

Die Kanonen aus Cochinchina sind besser und eleganter als die chinesischen und gleichfalls über einen Kern gegossen, zeigen aber weniger Eisenoxyd auf der Oberfläche.

Die Legirung eines Geschützes aus Cochinchina zeigte, dass die Metalle schlecht und unvollkommen verbunden sind. Der Bruch der Legirung ist blasig, die Oberfläche körnig.

Ausserdem fand sich durch die Analyse, dass verschiedene Theile derselben Kanone nicht vollkommen homogen in ihrer Masse sind, und dass die Zusammensetzung der verschiedenen Geschützröhren eine sehr abweichende ist.

Die folgenden Tabellen werden uns Gelegenheit geben nochmals vergleichend auf diese chinesischen Kanonen und die Geschütze aus Cochinchina zurück zu kommen und ebenso auf das Spiegelmetall.

Was die Nr. 43, 44 und 45 betrifft, so verdanke ich dieselben der Güte des Herrn von Schlagintweit. Aus der Analyse desselben geht hervor, dass man kaum beabsichtigte eine Legirung auszuprägen, sondern Kupfermünzen schlagen wollte.

In Bezug endlich auf die von ihm analysirten chinesischen Kupfersorten giebt Onnen (Scheikundige Onderzockingen IV p. 517) folgende Notizen:

»In Bezug auf diese Legirungen ist zu bemerken, dass sich die rothen Sorten durch einen Gehalt an Nickel und Kobalt auszeichnen. Zinn, das doch stets einen Bestandtheil des käuflichen Kupfers und der Scheidemünze ausmacht, findet sich in den chinesischen Kupfersorten nicht. Die Menge des Eisens in den Sorten II und IX (Nr. 31 und 38) ist nicht unbedeutend. Silber findet sich in den meisten derselben in geringer Quantität. Die gelben Sorten enthalten Zink, die weissen Arten kann man unterscheiden als Nickel-Kupfer Nr. 30 und als Nickel-Eisen-Kupfer Nr. 31. Vorzüglich aber muss ich auf die Gegenwart des Schwefels aufmerksam machen, der als Sulfurit vorkommt. Mit welchem Metalle verbunden ist unmöglich zu bestimmen.

Neuere Kupferlegirungen. Spiegel, Statuen, Glocken. Geschütze, Schiffsbeschläge.

Mittelalter, Renaissance, Roccoco.

Uebersicht.

Nur flüchtig konnte die Zusammenstellung der vorstehenden und jene der folgenden Reihe sein. Indessen glaube ich die neueren Bronzen und Kupferlegirungen nicht gänzlich vernachlässigen zu dürfen, da die Vergleichung der älteren und neueren Metallmenge nicht ohne Interesse ist.

Die Menge und Verschiedenheit der kleinen Luxusgegegenstände und Tändeleien, welche gegenwärtig aus sogenannten unedlen Metallen verfertigt werden, ist zahllos, und nicht minder zahlreich sind die Legirungen, welche zu denselben verwendet werden, Legirungen welche gleiche Namen führen und doch verschieden sind, und die auf der andern Seite wieder merkwürdige, höchst verschiedene und vielversprechende Benennungen tragen, und dennoch friedlich zusammen aus einem Tiegel geflossen, oder wenigstens nach einem und demselben Recepte zusammengeschmolzen worden sind.

Es ist nicht wohl thunlich alle diese unnöthigen Nothwendigkeiten zusammenzustellen mit den Arm- und Beinringen, den Fibulen, den Ketten, und den anderen Schmucksachen, welche von alten Zeiten uns erhalten worden sind. Zahl, Zweck und Zusammensetzung ist allzu verschieden zwischen sonst und jetzt, und so mag eigentlich nur zwischen der eigentlichen Bronze und zwischen den Legirungen mit Zinkzusatz eine Vergleichung statthaft sein.

Noch mehr als mit diesen Schmuck- und Luxus-Gegenständen, im weiteren Sinne des Worts, ist das der Fall mit den, bei den verschiedenen Maschinen der Gegenwart, verwendeten Kupferlegirungen.

Vorschriften für eine unendliche Menge einzelner Maschinentheile liegen vor, und vielleicht wäre es im technischen Sinne eine lohnende Arbeit diese Vorschriften zusammenzustellen und durch die chemischen Analysen, sowohl die richtige Ausführung derselben zu prüfen, als auch die Art und Weise wie sie sich im Gebrauche bewährt haben.

Bei den Kupferlegirungen der Alten aber, welche uns hier vorzugsweise beschäftigen, liegt ein Analogon mit allen diesen Maschinentheilen nicht vor, und wir müssen sie desshalb vollständig übergehen.

Hingegen bieten die Metallspiegel, welche schon in sehr alten Zeiten in Gebrauch waren, einen Anhaltspunkt zur Vergleichung. Die Statuen schliessen sich ihnen an, und während die Glocken uns einen Blick gestatten in ziemlich frühe Zeiten des Christenthums, bildet die Geschützbronze einen Uebergang in die Gegenwart. Ganz dieser letzteren gehört an: »Die Kupferung der Schiffe.« Trotzdem habe ich sie nicht übergehen wollen, einerseits weil sie in der That ein hochwichtiger Artikel ist, und weil auf der andern Seite die, mir wenigstens zugängliche, Reihe von Versuchen nach dieser Richtung hin eine nur geringe ist.

Was die Spiegel betrifft, so sind die Anforderungen der Neuzeit andere, als die früher gestellten, einfach wohl desshalb, weil dieselben gegenwärtig einzig zu wissenschaftlichen Zwecken verwendet werden, während sie früher nichts weiter als Toilette-Gegenstand waren.

Ein gutes, für wissenschaftliche Instrumente, taugliches Spiegelmetall muss hart sein, weiss, höchst feinkörnig, es muss sich so glänzend wie möglich poliren lassen und doch nicht anlaufen.

Man hat als Formel für das Spiegelmetall aufgestellt Cu_4 Sn, oder: 68.21 Kupfer und 31.70 Zinn. Zusatz anderer Metalle, welche hier freilich im Zustande möglichster Reinheit angewendet werden müssen, verbessert die Mischung, kann sie aber unter Umständen auch verschlimmern. So erhöht Antimon, Arsen und Nickel die weisse Farbe, zu viel aber macht die Spiegel leicht anlaufen. Blei befördert die leichtere mechanische Bearbeitung, dafür aber läuft der Spiegel auch wieder leichter an. Zu viel Kupfer bewirkt einen gelblichen Ton, zu viel Zinn einen bläulichen, und zugleich wird die Legirung allzuspröde.

Im Allgemeinen hält man die chemische Verbindung: Kupfer 68.31 und Zinn 31.70, oder Kupfer 66.6 und Zinn 33.4, 2 zu 1 für die beste Mischung, ohne Zweifel aber ist die Art des Zusammenschmelzens dieser Metalle von grossem Einflusse auf die Güte des Produktes.

Bei einer Vergleichung der alten und neuen Metallspiegel stellt sich heraus, dass, mit einer einzigen Ausnahme, man schon im Alterthume für die Spiegel eine zinnreiche Legirung herzustellen beabsichtigte. Bei den 7 in den Tabellen angegebenen Analysen, ist aber nur einmal ein Zinngehalt mit 32 pCt. erreicht worden, bei dem im Neapolitanischen ausgegrabenen griechischen Spiegel. (Klaproth). Die höchsten Gehalte der römischen Spiegel sind 28 pCt. (Bibra) und 24 pCt. (Fellenberg). Man kann also sagen, dass das Spiegelmetall der Alten im Durchschnitte weniger Zinn enthält als das unsrige.

In den ältesten Zeiten (Aegypter, Israeliten) waren, wie man sagt, kupferne Spiegel im Gebrauche. Der in der Krimm gefundene griechische Spiegel, mit 7 pCt. Zinn (Bibra) kann vielleicht als ein Uebergang vom Kupferspiegel zum Bronzespiegel betrachtet werden. Dass die Römer sich der Bronzespiegel bedienten, ist bekannt, und geht auch aus den chemischen Analysen hervor, und mit denen von Gold und Silber, wegen welcher sich Plinius beklagt, wird es so arg nicht gewesen sein.

Der chinesischen Metallspiegel mit 8.5 pCt. Antimon (Elsner, Kampmann und Stengel) wurde bereits oben gedacht. In Europa will diese Mischung nicht recht gedeihen.

Statuenbronze. Die Anforderungen, welche man gegenwärtig an eine gute Kupferlegirung für Statuen macht, ist einmal grosse Dünnflüssigkeit, damit sie in die feinsten Vertiefungen der Form eingeht und zugleich scharfe Abgüsse giebt, dann soll sie ein feines Korn haben und

hart sein, indessen dennoch nicht allzuhart, damit sie sich gut feilen und cisseliren lässt.

Man sucht es zu erreichen, indem man Legirungen anwendet von Kupfer, Zink und Zinn, in welchen aber das Zink stets mehr oder weniger überwiegt.

Hoffmann hat folgende Mischungen für Statuen-Bronze angegeben:

Kupfer.	Zink.	Zinn.	Farbe.	Spec. Gewicht.
84.42	11.28	4.30	Grenze des Rothgelb	8.7375.
83.05	13.03	3.92	—	—
81.05	15.32	3.63	orangegelb	—
78.09	18.47	3.44	desgleichen	—
73.58	23.27	3.15	desgleichen	—
70.36	26.88	2.76	hellgelb	—
65.95	31.56	2.49	Grenze des Hellgelb	8.4675

Die drei ersten Legirungen nehmen leicht eine gute Patina an, die letzteren sind härter, schwerer zu bearbeiten, aber billiger und sind leicht zu vergolden.

Guettier hat eine ähnliche Reihe angegeben: von 84 bis 65 Kupfer, 11 bis 32 Zink und 5—3 Zinn. Darcet endlich empfiehlt: 82 Kupfer, 18 Zink, 3 Zinn, 1½ Blei.

Wirft man aber jetzt einen Blick auf die vorstehende Tabelle, so sieht man leicht, dass nur etwa ein Drittel der durch Analyse gefundenen Verhältnisse, »so beiläufig« den Vorschriften von Hoffmann, Guettier und Darcet entspricht. Der sehr wahrscheinliche Grund dieser Thatsache ist, dass man bei grösseren Statuen nichts weniger thut, als die drei Metalle nach Decimalstellen abzuwiegen, sondern dass man alte Bronze verwendet, Statuen, Kanonen, Abfälle, Bohrspäne und eine Menge andere Dinge, die eben zu bekommen sind. Freilich wäre es nicht schwierig, die Bestandtheile der angewendeten alten Bronze zu bestimmen, und dann durch Zusatz eines oder des andern Metalls u. s. w. eine regelmässige Legirung zu erhalten. Aber die Praxis ersetzt in diesem Falle die Wissenschaft. Der gewiegte und erfahrene Giesser kennt sein Material so ziemlich wenigstens an äusseren Merkmalen, er kennt die besonderen Eigenthümlichkeiten seines Ofens und sieht wohl auch der schmelzenden Erzmasse an, was ihr vorzugsweise noch fehlen möchte.

Und so will es denn scheinen, als wäre in diesem Falle die Wissenschaft (Chemie) ein wenig stark bei Seite gesetzt, und der gute Wille ihrer Jünger sei grossen Theils darauf angewiesen, treffliche Legirungen zu erfinden und dann später Statuen zu analysiren, welche nicht nach ihren Vorschriften gegossen worden sind.

Was die Zusammensetzung der alten Statuen, die der Griechen und und Römer, betrifft, so scheinen sich dieselben von den unseren, durch das häufig fehlende Zink zu unterscheiden. Indessen will ich es dahin gestellt sein lassen, ob die geringe Menge der, mir wenigstens zugänglichen oder bekannten, Analysen diesen Schluss zulässt.

Die Statue der Minerva in Paris Nr. 25, untersucht von Bley, entspricht übrigens so ziemlich der von der heutigen Chemie angegebenen Zusammensetzung.

Die Glocken erlauben uns diesen Rückblick auf das Alterthum nicht. Kleine Glöckchen, Cymbeln und dergleichen, kamen zwar schon bei den ältesten Völkern, den Aegyptern, Israeliten, Babyloniern vor, und die Römer hatten Hausglocken, aber die Thurm- und Kirchenglocken wurden zuerst von Bischof Paulinus zu Nola in Campanien eingeführt,

weshalb die Glocken Campana genannt wurden. In Frankreich hatte man in der Mitte des 6. Jahrhunderts die ersten Glocken, später in England, aber erst im 11. Jahrhundert wurden sie in Deutschland eingeführt, und zu Ende des 15. und Anfang des 16. Jahrhundert war Augsburg eine Hauptstätte der Glockengiesserei.

Zu jener Zeit, und später, wurden überhaupt riesige Glocken gegossen, und wer die grosse Glocke zu Erfurt, 1497 gegossen, gesehen hat, welche 275 Centner wiegt, kann sich einen Begriff von solchen Riesen-Glocken machen, wenn er erfährt oder sich erinnert, dass die Jwan Weliki getaufte und 1653 gegossene Glocke in Moskau 4800 Centner wiegt.

Gute Glockenspeise soll feinkörnig, dicht, hart, spröde, von gelblich grauweisser Farbe, leicht schmelzbar und dünnflüssig sein, und die beste Legirung ist Kupfer mit 20 bis 22 Procenten Zinn. Geringe Beimengungen von Zink und Eisen bringen einen schärferen Klang hervor, aber das Metall wird dadurch leicht zu spröde.

Früher, wohl hier und da auch heute noch, gefiel man sich in dem Glauben, dass besonders hell und schön klingende Glocken einen mehr oder minder grossen Silbergehalt besässen, neuere Erfahrungen haben aber gezeigt, dass diess nicht der Fall, ja man behauptet, was glaublich, sogar das Gegentheil. Frommer und gläubiger Sinn gab wohl bisweilen Silber für den Guss einer oder der anderen Glocke, und bisweilen warf man auch eigenhändig Geld oder Silbergeräthe in den Ofen der Glockengieser. Es zeigte sich aber später, dass dergleichen Glocken in Wirklichkeit kein Silber enthielten. Da man aber von seinen Mitmenschen immer das Beste glauben soll, so ist anzunehmen, dass den alten Glockengiessern die Verschlechterung der Glocken durch Silber bereits bekannt war, und dass sie ein blindes Heerdloch einrichteten, in welches die Gläubigen ihr Silber warfen, so dass es der Glocke keinen Schaden brachte und später vom Glockengiesser zu frommen, oder anderen, Zwecken verwendet werden konnte.

Ueberblickt man die vorstehende kleine Reihe der mit Glockenspeise angestellten Untersuchungen, so fällt unbedingt die Uebereinstimmung derselben auf. Die überwiegende Mehrzahl derselben hat 20—21 pCt. Zinn und nur bei einigen steigt dieser Zinngehalt um ein Paar Procente. Es mag wohl nur Zufall sein, dass dieser Mehrgehalt von Zinn auf die ältesten Glocken fällt. Kein Zufall aber ist das gute Uebereinstimmen der Analysen.

Die Erfahrung hat den Erzgiesser gelehrt, dass er bei Mischung seiner Statuen-Bronze allzuängstlich nicht zu sein braucht. Die ehernen Götter, welchen man menschliche Gestalt gegeben hat, die Menschen, welchen man göttliche Ehre erzeigt, sie sprechen ihre stumme Sprache zu denen, welche sie beschauen, auch wenn ihr Erzleib ein wenig willkürlich gemischt ist. Das klingende Lied aber, welches die Glocke singt, weit hin über Stadt und Feld, wird misstönig oder verstummt, wenn nicht die Sorgfalt und ein bestimmtes Gesetz ihren Guss geleitet hat.

Noch jünger als die Glocken sind die Kanonen. Bei uns wenigstens, denn die Araber bedienten sich bereits 1131 aus Kupferlegirung gegossener Kanonen, und da die Chinesen schon tausend Jahre (dicitur) früher als wir artesische Brunnen bohrten, so mag mit Recht vermuthet werden, dass die wohlthätigen Wirkungen des Schiesspulvers und der Geschütze ihnen ebenfalls nicht unbekannt waren.

Bei uns bediente man sich zuerst aus schmiedeisenen Stäben zusammengesetzter und mit Eisenreifen verbundener Kanonen. Dann goss man, abwechselnd wie es scheint, eiserne Kanonen und solche von Bronze,

Mitte des 14. Jahrhunderts waren in Augsburg berühmte Giessereien, aber erst im 15. Jahrhundert wurden die Bronze-Geschütze allgemeiner und eins der berühmtesten, 1414 gegossen, war »die Braunschweiger Mette.« Die angeblich älteste deutsche Bronze-Kanone aber befindet sich gegenwärtig im Artillerie-Museum zu Paris. Sie wurde (anno?) von Kaspar Endorfer gegossen und von Sigismund von Tyrol nach Rhodus geschenkt, im Jahre 1865 aber vom Sultan dem Kaiser Napoleon verehrt.

Die Anforderungen, welche man an die Geschützbronze stellt, sind grosse Härte, um durch die Kugeln nicht so leicht ausgerieben zu werden, Cohäsion, Zähigkeit und Elasticität, um dem starken Druck der Gase hinreichend widerstehen zu können, und endlich soll die Legirung so wenig als möglich vom verbrennenden Pulver angegriffen werden.

Die Zusammensetzung der Geschützbronze bewegt sich im Allgemeinen zwischen 9 bis 10 Procenten Zinn, grösseres Kaliber scheint eine zinnreichere Legirung vertragen zu können, vollständig klar ist man aber noch nicht, wie es wenigstens scheinen will, da die Kanonen von einer scheinbar ganz gleichen Zusammensetzung sich beim Gebrauche dennoch ungleich verhielten. Die oft schon erwähnten »zufälligen Bestandtheile« von den Verunreinigungen mancher Metalle, und das Verfahren beim Schmelzen und beim Gusse mögen da wohl von bedeutender Einwirkung sein.

Im Uebrigen zeigt die Tabelle, dass man die procentischen Verhältnisse zwischen Kupfer und Zinn so ziemlich eingehalten hat, und das zwar selbstverständlich aus ähnlichen Motiven wie beim Glockengusse.

Schiffsbeschläge. Die einzigen mir bekannten Versuche sind die in der Tabelle angegebenen von Bobierre, und jene von Percy.

Ich erinnere mich freilich eines früher gemachten Vorschlages Platten oder Streifen von Zink auf den, aus reinem Kupfer bestehenden Beschlag der Schiffe zu befestigen, wodurch dieser geschützt und durch den, durch das Seewasser erregten, galvanischen Strom nur das Zink angegriffen werde. So viel ich weiss hat die Erfahrung das nicht bestätigt, aber ich kann die Literatur über den betreffenden Gegenstand nicht mehr auffinden. Ich selbst aber, obgleich ich ziemlich lange Zeit auf See war, und in verschiedenen Häfen die Schiffe noch viel verschiedener Nationen zu sehen Gelegenheit hatte, ich selbst habe mich zu jener Zeit mit tausend andern Dingen auf das Angelegentlichste beschäftigt, nicht im Geringsten aber mit der Kupferung der Schiffe.

Bobierre's Versuche wurden veranlasst durch die Kupferung des Schiffes Sarah, welches im März 1849 gekupfert wurde, aber schon im Mai 1850 zu Calcutta frisch beschlagen werden musste, da der erste Beschlag an vielen Stellen stark durchlöchert war.

Wie die Tabelle zeigt, untersuchte Bobierre mehrere dieser schadhaften Platten und gleichzeitig wohlerhaltene von zwei andern Schiffen, dem Ferdinand, der 10 Jahre, ohne erneuten Beschlag, in See war, und solche von der Alice, deren Kupferung sich ebenfalls mehrere Jahre vollständig gut erhalten hatte.

Die Schlüsse, welche er aus seinen Untersuchungen zog, giebt er mit folgenden Worten:

»Aus diesen Resultaten geht deutlich hervor:

Dass das positive Metall in den fehlerhaften Legirungen in sehr geringer Menge enthalten ist.

Dass man bis zu einem gewissen Grade eine Proportionalität der Menge der oxydablen Metalle und der Veränderlichkeit der Legirung nachweisen kann.

Dass die dauerhaften Beschläge mindestens 4 pCt. Zinn in der Legirung enthalten.

Endlich, dass das Korn der fehlerhaften Legirung grob und ihre Farbe schlecht ist, dass Zinnflecken in ihr vorkommen, kurz dass das positive Metall in der Masse schlecht vertheilt ist, wenn es in geringerer Menge als 4 pCt. vorhanden ist.«

Ein Jahr später stellte Bobierre neue Versuche nach dieser Richtung hin an. Er verfertigte sich Barren von 25 Kilogramm aus verschiedenen Legirungen, und setzte dieselben längere Zeit der Einwirkung des Meerwassers aus. Die Resultate, welche er diesmal erhielt, sind folgende:

»Die Beschläge von Bronze sind hinsichtlich der Dauer und Festigkeit denen von Kupfer und Messing vorzuziehen. Die anomalen Zerstörungen, welche seit einigen Jahren der Gegenstand zahlreicher Prozesse gewesen sind, sind die Folge einer fehlerhaften Fabrication. Die Anwesenheit von Arsen in den Schiffsbronzen veranlasst nicht nothwendig eine rasche Veränderung dieser Legirungen, so wie es bei dem reinen Kupfer statt zu finden scheint. Die Erfahrung hat gezeigt, dass Bronzen, die sich ausgezeichnet in Meerwasser gehalten hatten, in 1000 Theilen 45 bis 55 Zinn enthielten. Fast alle Schiffsbronzen, welche nur 24, 25, 26, 30 und 35 Zinn auf 1000 enthalten, sind heterogen und verändern sich ungleichmässig. Zusatz von nur wenig Zink verbessert das Produkt, indem es die Vertheilung des positiven Elementes in der Legirung begünstigt. —

In einer noch späteren Notiz indessen (Compt. rend. XLVII.), wo von Kupfer- und Zinklegirungen die Rede ist, sagt er, dass die besten Legirungen zum Beschlag der Schiffe die mit 34 pCt. Zink seien. Die Legirungen mit 40 pCt. Zink, welche sich heiss auswalzen lassen, werden von Meerwasser angegriffen, so dass das Zink allmälig aufgelöst wird und das Kupfer als lockere Masse zurückbleibt.

Bezüglich der von Percy untersuchten Nägel zu Schiffsbeschlägen, so könnte man fast glauben, dass die guten sowohl wie die schlechten das positive Metall vertreten und die Rolle der Zinkstücke spielen sollten, welche man, wie ich oben erwähnte, auf das Kupfer befestigte, um es gegen die Auflösung zu schützen.

Da aber aus leicht begreiflichen Gründen Nägel, welche den Beschlag an der Schiffswand fest halten sollen, zu diesem Zwecke nicht verwendet werden können, so scheint es, dass die von Percy untersuchten für Beschläge bestimmt waren, mit der zuletzt von Bobierre besprochenen Zusammensetzung, von 34 pC. Zink, in welchem Falle jene mit 24 pCt. Zink allerdings als zweckmässig erscheinen.

Endlich theilt Percy noch Beobachtungen mit, welche bezüglich des Schiffsbeschlages Capitän James gemacht hat. Unter zehn Kupferblechen, welche man neun Monate lang der Einwirkung des Meerwassers ausgesetzt hatte, hielt allein phosphorhaltiges Kupfer sich unverändert, und war nur mit einem leichten, grünen Ueberzuge bedeckt, während alle anderen Proben Verluste bis zu drei Grains für den Quadratzoll erlitten hatten. —

Wird man mir vergeben, dass ich den modernsten aller Gegenstände hier besprochen habe, in einer Schrift, welche mit den ehrwürdigen Bronzeresten der alten Römer und Griechen beginnt?

Und da die folgenden Reihen, die letzten Tabellen, Mittelalter, Renaissance, Roccoco vielleicht gleiche Bedenken erregen, so mag die »Uebersicht« über dieselben nur in kürzester Fassung gegeben sein.

Eine ganz eigenthümliche Zusammensetzung haben die merovin-

gischen Gegenstände. Sie bestehen aus einer stark bleihaltigen Bronze, Nr. 3 selbst nur allein aus Kupfer und Blei, und das Zink fehlt gänzlich in allen.

Der Altar des Krodo ist Messing, wieder mit viel Blei, der grosse Leuchterring zu Goslar, Nr. 7, Messing ohne Blei, der Püsterich aber, Nr. 6, Bronze und Nr. 8 die Einfassung des Hochaltars zu Goslar stark bleihaltige Bronze.

Das Alter dieser Gegenstände, welches bisher noch nicht vollständig dargethan ist, könnte vielleicht in ein etwas helleres Licht gesetzt werden, wenn weitere Untersuchungen besser bestimmter Gegenstände darthun würden, dass in älteren mittelalterlichen Gegenständen das Zink fehlt, und dieselben aus einer stark bleihaltigen Bronze, wie die merovingischen, bestehen. Fast will es so scheinen.

Das 14. Jahrhundert schliesst, in unserer Tabelle wenigstens, mit der Klammer Nr. 10 diese Zinn-Blei-Bronze ab, und mit dem 15. Jahrhundert beginnt das Messing aufzutreten nur selten mit einem absichtlichen Zusatz von Zinn, etwas häufiger mit einem solchen (absichtlichen) von Blei, und diese Zusammensetzung geht fort bis zum 19. Jahrhundert.

Uebersieht man die Tabellen, so kann man vielleicht den Schluss ziehen, dass die ganze Reihe absichtlich aus Kupfer-Zink gefertigt wurde, dass man einzelnen Gegenständen, welchen man etwas mehr Festigkeit geben wollte, geringe Mengen Zinn zusetzte, und dass der hie und da gefundene grössere Bleigehalt die Legirung weicher oder wohlfeiler machen sollte.

Da in der betreffenden Zeit keine Waffen und nur wenig Werkzeuge aus Kupferlegirungen gefertigt wurden, so erscheint diese Zusammensetzung so ziemlich gerechtfertigt, und selbstverständlich schliesst dieselbe das Umgiessen gebrochener oder unbrauchbar gewordener Gegenstände nicht aus.

Dass man also bereits im 15. Jahrhundert Messing darstellte, ja für eine Menge von Gegenständen sich desselben ausschliesslich bediente, unterliegt keinem Zweifel. Es wurde, wie es früher auch die Römer thaten, aus Kupfer und natürlichem Galmei dargestellt, und die ziemliche Menge von Nebenbestandtheilen in diesem Messing zeigt, dass man es mit der Reindarstellung des Kupfers für diesen Zweck nicht besonders genau nahm. Das erste Messing aus Ofengalmei (tudia, cadmia fornacum) soll 1550, nach andern 1453 Erasmus Ebener aus Nürnberg dargestellt haben, das erste aus regulinischem Zink aber 1781 der Engländer Emerson. —

Nr.	Gegenstand.	Bemerkungen.
	Spiegel, Analysen und Vorschriften für die Zusammensetzung	
1	Hohlspiegel.	Der Spiegel war von grosser Güte. V 2.30 pCt.
2	Spiegel.	Sehr gut. Aus dem physikal. Cabine Braunschweig. Verlust 2.00 pCt.
3	Teleskopspiegel von Ross.	90 Centner schwer.
4	Mudge's Teleskopspiegel.	— — —
5	Edward's Spiegelmetall.	— — —
6	Richardson's Spiegelmetall.	Zu Reflectoren.
7	Little's Spiegelmetall.	— — —
8	Sollit's Spiegelmetall.	— — —
9	Cooper's Spiegelmetall.	Platin. 10.80 pCt.
10	Otto's Spiegelmetall.	Ausgezeichnet durch rein weisse Farbe.
	Statuen.	
11	Reiterstatue Louis XIV.	1699 von Keller gegossen. 21′ hoch, Pfund schwer.
12	Statue Henry IV.	Auf dem Pont neuf in Paris.
13	Reiterstatue Louis XV.	von Gor. $16^1/_2$′ hoch, 60000 Pfund sch
14	Minerva Statue.	In Paris.
15	Vendome Säule.	In Paris. Aus eroberten Kanonen.
16	Napoleon Statue.	In Paris.
17	Bavaria.	Stiglmayr in München. 95′. 1560 Centn eroberten Kanonen. 233.000 Gulden.
18	Lessingsstatue.	Von Howald in Braunschweig.
19	Löwe.	Auf dem Burgplatze in Braunschweig.
20	Statue von Melanchthon in Wittenberg, und von Friedr. Wilhelm IV. in Von Gladenbeck.	
21	Statue vom Grafen von Brandenburg, und vom Löwenkämpfer vor dem M in Berlin. Von Gladenbeck.	
22	Blücher Statue.	In Berlin. Von Lequene.
23	Amazone.	In Berlin. Von Fischer.
24	Friedrich der Grosse.	In Berlin. Von Friebel. 666 Centner. 2 Thaler.
25	Schäfer nach Thorwaldsen.	In Potsdam. 1825 gegossen.
26	Derselbe.	— — —
27	Bacchus.	Im sicilianischen Garten zu Sanssouci, schen 1830 und 1835. Von Hopfg in Rom gegossen.
28	Derselbe.	— — —
29	Germanicus.	In Charlottenhof bei Potsdam, in Ro 1820 gegossen.
30	Derselbe.	— — —
31	Der grosse Kurfürst. Reiterstatue.	In Berlin. Aufgestellt 1703. Schwanz des Pferdes.
32	Derselbe.	— — —
33	Sklaven am Postamente dies. Statue.	— — —

Kanonen, Schiffsbeschläge.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
Legirung.											
69.00	28.70	—	—	—	—	—	—	—	Spur	—	Ludwig.
65.15	32.78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Otto.
67.00	33.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
68.82	31.18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
64.00	32.00	—	—	—	—	—	—	—	4.00	—	—
65.30	30.00	0.70	—	2.00	—	—	—	—	2.00	—	—
65.00	30.80	2.20	—	—	—	—	—	—	1.90	—	—
64.60	31.30	—	—	—	—	4.10	—	—	Spur	—	—
57.80	27.30	3.60	—	—	—	—	—	1.20	—	—	—
68.50	31.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
91.40	1.70	5.53	1.37	—	—	—	—	—	—	—	Darcet.
89.62	5.70	4.20	0.48	—	—	—	—	—	—	—	Darcet.
82.45	4.10	10.30	3.15	—	—	—	—	—	—	—	Darcet.
83.00	2.00	14.00	1.00	—	—	—	—	—	—	—	?
89.20	10.20	0.50	0.10	—	—	—	—	—	—	—	?
75.00	3.00	20.00	2.00	—	—	—	—	—	—	—	?
91.55	1.70	5.50	1.30	—	—	—	—	—	—	—	?
84.20	3.55	11.50	0.75	—	—	—	—	—	—	—	?
81.00	6.50	10.00	2.50	—	—	—	—	—	—	—	?
89.55	2.99	7.46	—	—	—	—	—	—	—	—	?
88.88	1.40	9.72	—	—	—	—	—	—	—	—	?
90.10	4.60	5.30	—	—	—	—	—	—	—	—	?
90.00	4.00	6.00	—	—	—	—	—	—	—	—	?
88.30	1.40	9.50	0.70	—	—	—	—	—	—	—	?
88.66	9.20	1.28	0.77	—	—	—	—	—	—	—	Ziurek.
89.20	8.86	1.12	0.51	—	0.18	—	—	—	—	—	Reimann.
89.34	7.50	1.63	1.21	—	0.18	—	—	—	—	—	Ziurek.
88.23	7.09	2.55	1.63	—	0.31	0.08	—	Spur	—	—	Olshausen
89.78	6.16	2.25	1.33	—	—	0.27	—	—	—	—	Tieftrunk.
89.30	6.96	2.44	0.62	—	0.08	—	—	—	—	—	Reimann.
89.09	5.82	1.64	2.62	—	0.13	0.11	—	0.60	—	—	Finkener.
87.91	7.45	1.38	2.65	—	—	0.20	—	Spur	—	—	Weber.
90.55	7.50	Spur	0.73	—	0.25	0.40	—	—	—	—	Rammelsberg

Nr.	Gegenstand.	Bemerkungen.
34	Sklaven am Postamente dies. Statue.	In Berlin. Aufgestellt 1703. Schwanzs des Pferdes.
35	Diana.	Im Hofgarten zu München. 1600 gegoss
36	Dieselbe.	— — —
37	Statue.	Auf dem Residenzhofe in München. 1600 ge
38	Dieselbe.	— — —
39	Statuenbronze.	Aus Augsburg aus dem 16. Jahrhundert
40	Dieselbe.	— — —
41	Mars- und Venusgruppe.	In München. Aus dem Jahre 1585.
42	Vom Schwert einer Statue.	Lebensgross. Nähere Notizen fehlen, 17. Jahrh. Spur Gold in d. Verzierun
43	Weibliche Statuette.	15.5 C. M. hoch. Die Figur hat die Sc kröte in der Hand, vielleicht eine Be tigkeit vorstellend. Wohl Ende des 17. hunderts. Gute Arbeit.
44	Statuette.	5 C. M. Wahrscheinlich Melanchthon. ringe Arbeit. Anfang d. 18. Jahrhun
45	Basrelief.	17 C. M. breit. 8.3 C. M. hoch. Krieger Allegorie, wohl Anfang d. 17. Jahrh. Metall sehr gut der Form folgend.
	Glocken.	
46	Glocke aus Rouen.	12. Jahrhundert.
47	Desgleichen.	12. Jahrhundert.
48	Glocke aus Reichenhall.	Um 1260. Spec. Gewicht 9.1.
49	Glocke. (Fragment, aus dem germ. Museum.)	Mit alter Etikette: dies Stück ist von alten Glocken, die man zerschlagen ha Samstag nach Walpurgi anno 1482.
50	Glocke aus Reichenhall.	1562. Spec. Gewicht 87.
51	Glocke vom Glockenspiel zu Darmstadt. Zwei-gestrichenes C.	1670 in Amsterdam gegossen von Peter mony.
52	Glocke vom Glockenspiel zu Darmstadt. Drei-gestrichenes C.	1670 in Amsterdam gegossen von Peter mony.
53	Glocke von Willershausen am Harze.	1704 in Hildesheim gegossen.
54	Desgleichen.	1704 in Hildesheim gegossen.
55	Glocke von Ziegenhain.	Gusszeit unbekannt. Vermuthlich stark berhaltig.
56	Chinellen. (Teller, Becken, bei d. »türkischen Musik«).	Dieses Jahrhundert.
57	Desgleichen.	Dieses Jahrhundert.
58	Chinellen (Becken, türkisch.)	Aecht türkisch? Spec. Gew. 8.945.
59	Japanische Glockenspeise. I. Qualität.	Für die besten kleinen Glocken.
60	Japanische Glockenspeise. II. Qualität.	— — —
61	Japanische Glockenspeise. III. Qualität.	Für grosse Glocken.

anonen, Schiffsbeschläge.

Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
7.54	0.48	1.10	—	0.06	0.21	—	0.13	—	—	Finkener.
0.91	19.12	2.29	—	0.12	0.43	—	—	—	—	Tieftrunk.
0.64	19.69	2.68	—	0.17	0.10	—	—	—	—	Hampe.
4.18	0.44	2.31	—	0.15	—	—	—	—	—	Sonnenschein.
5.64	—	2.46	—	0.08	0.12	—	—	—	—	Hampe.
8.17	—	1.05	—	0.34	0.19	—	—	—	—	Rammelsberg.
6.90	—	2.55	—	Spur	Spur	—	—	—	0.08	Hampe.
4.77	0.30	0.67	—	—	0.48	—	—	—	—	Weber.
—	21.33	Spur	—	Spur	2.25	—	Spur	—	—	Bibra.
2.46	16.40	0.68	—	0.93	Spur	—	1.83	—	—	Bibra.
1.01	23.53	0.80	—	2.59	Spur	—	0.37	—	Spur	Bibra.
5.04	25.64	2.09	—	1.79	0.10	—	Spur	—	—	Bibra.
22.30	—	Spur	—	1.60	—	—	—	—	—	Girardin.
26.00	1.80	—	—	1.20	—	—	—	—	—	Girardin.
24.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Braunschweiger.
21.12	0.97	Spur	—	Spur	0.35	—	Spur	—	—	Bibra.
20.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Braunschweiger.
21.67	—	1.19	—	0.17	2.11	—	—	Spur	—	Heyl.
21.06	—	2.14	—	0.15	2.66	—	—	Spur	—	Heyl.
20.29	1.85	3.00	—	—	—	—	—	—	—	?
25.99	2.55	1.45	—	—	—	—	—	—	—	?
23.59	—	4.04	0.12	—	—	—	—	—	—	Reichardt.
19.34	1.50	Spur	—	Spur	Spur	—	Spur	—	—	Bibra.
20.05	2.08	Spur	—	Spur	0.12	—	Spur	—	—	Bibra.
20.27	—	0.52	—	0.18	—	—	—	—	—	Fleck.
25.00	9.37	—	—	3.12	—	—	—	—	—	—
17.24	3.50	10.35	—	—	—	—	—	—	—	—
18.18	6.06	12.12	—	3.03	—	—	—	—	—	—

Nr.	Gegenstand	Bemerkungen.
	Kanonen.	
62	Preussische Normallegirung.	— — —
63	Französische Normallegirung.	Zwölfpfünder
64	Französische Normallegirung.	Achtpfünder.
65	Englisches Geschütz.	— — —
66	Achtpfünder. (Englisch?)	— — —
67	Neue Schweizerkanone.	Luzern.
68	Desgleichen.	— — —
69	Kanonen von Gebrüder Keller.	Um 1700.
70	Kanonen aus derselben Zeit.	Um 1700.
71	Russische Kanonen.	Von 1819.
72	Alte türkische Kanone.	— — —
73	Alte türkische Kanone.	— — —
74	Bückeburger Kanone.	1775. Messing 25 Theile und:
75	Turiner Kanone.	1771. Messing 6 Theile und:
76	Französische Kanone.	1780. Messing 61 Theile und:
	Schiffsbeschläge.	Notizen über die Haltbarkeit in See. Es wurd
77	Schiffsbeschlag.	Vollkommen durchlöchert, hielt nur ein Jal Schiff: Sarah. Leebord.
78	Desgleichen.	Durchlöchert. Sarah. Steuerbord.
79	Desgleichen.	Platte in gutem Zustand. Dasselbe Schi Leebord.
80	Desgleichen.	Platte in gutem Zustand. Dasselbe Schi Steuerbord.
81	Desgleichen.	Platte in sehr gutem Zustand. Dasselbe Schi Steuerbord.
82	Desgleichen.	Mittelmässig erhaltene Platte.
83	Desgleichen.	Platte des Paquetboots Ferdinand. Gut e halten. 10 Jahre in See.
84	Desgleichen.	Anderes Stück derselben Platte. Gut erhalte
85	Desgleichen.	Platte von der Alice. Gut erhalten. Lan zur See.
86	Nägel zu Schiffsbeschlägen.	Schlecht bewährt.
87	Dieselben.	Gut bewährt.

Kanonen, Schiffsbeschläge.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
90.90	9.10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90.00	10.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
92.60	7.40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
89.30	10.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
92.60	7.40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
88.929	10.375	0.419	0.062	—	0.100	—	—	—	—	—	Balley.
89.835	9.813	0.036	0.133	—	0.008	—	—	—	—	—	Balley.
91.50	7.80	0.70	—	—	—	—	—	—	Spur	—	—
86.00	11.10	2.90	—	—	—	—	—	—	Spur	—	Buchner
88.61	10.76	—	—	—	0.69	—	—	—	Spur	—	?
88.23	9.71	0.99	0.70	—	0.10	0.27	—	Spur	Spur	—	Bibra.
92.68	5.70	0.31	1.00	Spur	0.20	0.11	—	Spur	—	—	Bibra.
100	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

die Platten untersucht, welche längere Zeit zur See waren.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
97.1	2.4	—	0.5	—	—	—	—	—	Spur	—	Bobierre
96.8	2.4	—	0.8	—	—	—	—	—	Spur	—	Bobierre
95.9	2.9	—	1.2	—	—	—	—	—	Spur	—	Bobierre
96.0	3.1	—	0.9	—	—	—	—	—	Spur	—	Bobierre
95.2	3.5	—	1.3	—	—	—	—	—	Spur	—	Bobierre
95.9	3.4	—	0.7	—	—	—	—	—	Spur	—	Bobierre
95.3	4.1	—	0.6	—	—	—	—	—	Spur	—	Bobierre
94.7	4.4	—	0.9	—	—	—	—	—	Spur	—	Bobierre
93.5	5.5	—	1.0	—	—	—	—	—	Spur	—	Bobierre
52.73	—	41.18	4.72	—	—	—	—	—	—	—	Percy.
62.62	2.64	24.64	8.69	—	—	—	—	—	—	—	Percy.

Nr.	Gegenstand.	Bemerkungen.
1	Verzierung eines Schwertgehänges.	Merovingisch. Ciselirte Platte mit Zinn belegt, meroving. Kirchhof bei Envermen.
2	Ring.	Merovingisch. Envermen.
3	Mehrere andere Ringe.	Merovingisch. Kirchhof bei Londinières.
4	Gürtelschnalle.	Merovingisch. Kirchhof bei Lucy.
5	Metallmasse vom Altare des Krodo zu Goslar.	Zweifelhafter Gott der alten Deutschen am Harze.
6	Bildsäule des Püsterichs zu Sondershausen.	Noch zweifelhaftere Persönlichkeit. Hohle Bronzefigur 1550 in der Rothenburg gefunden. Wurde früher für ein Götzenbild gehalten, ist aber wahrscheinlich aus dem 15. Jahrhundert.
7	Der grosse Leuchterring zu Goslar.	— — —
8	Einfassung des Hochaltars der Stiftskirche zu Goslar.	— — —
9	Der Kaiserstuhl zu Goslar.	— — —
10	Klammer.	14. Jahrhundert. Aus den Giebelsteinen eines kleinen Portales der Kathedrale zu Rouen.
11	Buchbeschläge. Vergoldet.	15. Jahrh. Schöne Arbeit, ciselirt. Gold 0.25.
12	Buchbeschläge.	15. Jahrh. Schliesse. Schöne Arbeit.
13	Schlüsselhacken.	15. Jahrh. Männliche Figur eine weibliche umarmend, gute Zeichnung.
14	Hahn.	16. Jahrh. Für einen Wasserbehälter.
15	Kopf eines Lanzknechtes.	16. Jahrh. Kräftige Zeichnung. Wohl als Ornament dienend.
16	Messerheft. Erotische Gruppe.	16. Jahrh. Mittelmässige Arbeit.
17	Engelskopf.	16. Jahrh. Ornament. Gute Arbeit.
18	Engelskopf.	16. Jahrh. Verdeckung eines Schlüsselloches, gute Arbeit.
19	Beschläge einer Truhe. Vergoldet.	17. Jahrh. Hübsche Arbeit. Engelsköpfe. Gold 0.50.
20	Schlossblech. Vergoldet.	17. Jahrh. Wohl gegen Ende. Gold 0.41.
21	Kleiner Hahn für einen Wasserbehälter.	17. Jahrh.
22	Desgleichen.	17. Jahrh.
23	Gepresste Nägelköpfe.	17. Jahrh.
24	Parierstange eines Degens.	17. Jahrh. Mit Arabesken.
25	Buchbeschläge. Versilbert.	17. Jahrh. Nette Arbeit.
26	Hacken zum Aufhängen von Kleidern etc. An der Wand befestigt.	17. Jahrh. Lange geschweifte Form mit Brustbild am Ende.
27	Desgleichen.	17. Jahrh. Tulpenförmiges Ende.
28	Desgleichen.	17. Jahrh. Weiblicher Kopf am Ende. Gute Arbeit.
29	Vase.	17. Jahrh. Höhe 19.5 C. M. Gew. 1090 Grm. Schlangen als Henkel.
30	Schlossblech.	18. Jahrh. Geringe Arbeit.
31	Kleiner Löffel.	18. Jahrh. Schöne Arbeit. Goldfarb. Metall. Höchst biegsam.

Renaissance, Roccoco etc.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
37.20	18.80	—	44.00	—	—	—	—	—	—	—	Girardin.
45.10	14.00	—	40.9	—	—	—	—	Spur	—	—	Girardin.
72.00	—	—	28.0	—	—	—	—	—	—	—	Girardin.
69.32	20.78	—	9.90	—	—	—	—	—	—	—	Girardin.
69.00	—	18.00	13.00	—	—	—	—	—	—	—	Klaproth.
91.60	7.50	—	0.90	—	—	—	—	—	—	—	Klaproth.
84.00	—	16.00	—	—	—	—	—	—	—	—	Klaproth.
75.00	12.50	—	12.50	—	—	—	—	—	—	—	Klaproth.
92.50	5.00	—	0.50	—	—	—	—	—	—	—	Klaproth.
71.870	6.114	—	21.930	—	—	—	—	—	—	—	Girardin.
68.99	—	29.52	Spur	—	1.49	Spur	—	—	—	—	Bibra.
76.69	1.09	21.52	Spur	—	0.40	0.10	—	0.20	—	—	Bibra.
76.83	0.42	21.69	Spur	—	0.98	Spur	Spur	0.08	—	—	Bibra.
62.57	1.10	31.77	3.56	—	0.60	0.40	—	—	—	—	Bibra.
78.27	1.81	17.69	1.05	—	0.87	Spur	—	0.31	—	—	Bibra.
62.82	1.43	34.82	Spur	—	0.83	0.10	—	Spur	—	—	Bibra.
71.59	Spur	27.11	Spur	—	1.30	Spur	—	Spur	—	—	Bibra.
59.35	1.30	37.63	Spur	—	1.13	0.39	—	0.20	—	—	Bibra.
81.33	—	17.47	0.30	—	0.90	Spur	—	—	—	—	Bibra.
80.59	—	17.58	0.41	—	1.02	0.40	—	Spur	—	—	Bibra.
71.81	1.18	20.84	4.59	—	1.58	Spur	—	Spur	Spur	—	Bibra.
68.78	0.92	24.44	5.08	—	0.78	Spur	—	—	—	—	Bibra.
85.59	1.30	10.74	2.02	—	0.33	0.02	—	Spur	—	—	Bibra.
65.99	3.20	28.69	0.40	Spur	0.90	0.81	—	—	—	—	Bibra.
65.10	2.45	25.90	4.64	Spur	1.60	0.31	—	—	—	—	Bibra.
72.75	3.64	16.35	5.45	—	1.29	0.52	—	Spur	Spur	—	Bibra.
70.46	6.04	13.58	8.17	—	1.20	0.50	Spur	0.05	—	—	Bibra.
78.49	3.90	9.22	6.80	—	1.49	0.10	—	—	—	—	Bibra.
73.45	3.62	17.92	2.80	—	1.80	0.20	—	0.21	—	—	Bibra.
79.33	Spur	19.77	0.40	—	0.50	—	—	—	—	—	Bibra.
71.24	Spur	28.50	—	—	0.26	Spur	—	Spur	—	—	Bibra.

Nr.	Gegenstand.	Bemerkungen.
32	Schlossblech.	18. Jahrh. Mit Drachen verziert, geringe Arbeit, wohl Ende des Jahrhunderts.
33	Desgleichen.	18. Jahrh. Einfach gravirt.
34	Desgleichen.	18. Jahrh. Einfache Arbeit.
35	Desgleichen.	18. Jahrh. Zierliche Arbeit, im Geschmacke der Zeit.
36	Schellenrolle. Kleine.	18. Jahrh. Blech.
37	Desgleichen, grössere.	18. Jahrh. Guss.
38	Desgleichen, grössere.	18. Jahrh. Guss.
39	Hacken zum Aufhängen von Kleidern etc. an der Wand befestigt.	18. Jahrh. Mit flachem Knopf am Ende.
40	Desgleichen.	18. Jahrh. Wie die vorige.
41	Desgleichen.	18. Jahrh. Wie die vorige.
42	Desgleichen.	18. Jahrh. Mit rundem Knopfe am Ende, sehr spröde.
43	Desgleichen.	18. Jahrh. Schöne Arbeit mit Kanten und Facetten.
44	Desgleichen.	18. Jahrh. Geringe Arbeit. Schlechter Guss.
45	Desgleichen.	18. Jahrh. Geringe Arbeit.
46	Platte, an welcher der Hacken an der Wand aufsitzt.	18. Jahrh. Guss. Muschelform. Biegsam.
47	Schlossblech, stark vergoldet.	18. Jahrh. Schöne Arbeit. 0.40 Gold.
48	Kolbenbeschläge einer Pistole. Spur: Vergoldung.	18. Jahrh. Schöne Arbeit.
49	Degenknopf. (Galanterie-Degen.)	18. Jahrh.
50	Grosser Ring. (Am obern Theile einer Himmel-Bettstelle angebracht.)	18. Jahrh.
51	Engel. (Zur Befestigung des Ringes dienend, die ganze Vorrichtung um dem Liegenden das Aufstehen zu erleichtern.)	18. Jahrh.
52	Seidenhaspel.	18. Jahrh.
53	Gürtelhacken. (Zum Aufhängen einer Tasche.)	18. Jahrh. Blech mit getriebenen Verzierungen. Geringe Arbeit.
54	Desgleichen. Versilbert.	18. Jahrh. Blech. Gravirt. Geringe Arbeit.
55	Ring.	19. Jahrh. Mit den Insignien der Nagelschmied-Zunft.
56	Fingerhut.	19. Jahrh.
57	Desgleichen.	19. Jahrh.
59	Siegelstock.	19. Jahrh. Unbekanntes Wappen 1801.
59	Griff einer Scheere.	19. Jahrh.

Renaisance, Roccoco etc.

Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Silber	Eisen	Nickel	Kobalt	Antimon	Arsen	Schwefel	Analytiker
68.96	0.50	29.04	—	—	1.30	0.20	—	—	Spur	—	Bibra.
74.55	0.30	24.05	—	—	0.70	0.40	—	—	—	—	Bibra.
70.56	—	29.04	0.20	—	0.20	Spur	—	Spur	Spur	—	Bibra.
71.13	—	28.07	0.40	Spur	0.30	0.10	—	—	—	—	Bibra.
89.39	0.93	9.25	Spur	—	0.03	0.30	Spur	0.10	—	—	Bibra.
72.69	6.54	15.40	3.71	—	1.03	0.23	—	0.40	Spur	—	Bibra.
76.75	0.40	22.06	0.31	—	1.10	0.38	—	—	—	—	Bibra.
68.40	1.25	18.69	6.50	Spur	4.64	0.52	Spur	Spur	Spur	—	Bibra.
77.61	4.20	8.19	8.16	—	1.04	0.20	—	0.60	Spur	—	Bibra.
73.41	4.08	14.99	5.57	—	0.50	0.52	0.20	0.73	—	—	Bibra.
64.01	3.93	25.80	3.12	—	1.84	0.40	—	0.90	Spur	—	Bibra.
79.50	4.74	11.47	2.94	—	0.48	Spur	—	0.87	—	—	Bibra.
75.78	2.76	15.95	3.09	—	1.80	0.42	Spur	0.20	Spur	—	Bibra.
75.91	1.70	20.00	0.79	—	1.07	0.03	—	0.50	—	—	Bibra.
69.40	Spur	30.60	—	—	Spur	—	—	—	—	—	Bibra.
72.62	Spur	26.89	—	—	0.39	0.10	—	—	—	—	Bibra.
83.75	Spur	15.35	Spur	—	0.90	—	—	—	—	—	Bibra.
77.69	0.15	20.46	0.90	—	0.80	Spur	—	Spur	—	—	Bibra.
69.06	0.90	21.07	6.78	—	0.99	0.40	Spur	0.80	Spur	—	Bibra.
74.69	1.97	14.85	6.76	—	0.81	0.20	Spur	0.72	Spur	—	Bibra.
79.63	1.77	16.58	0.88	—	1.02	0.10	—	0.02	—	—	Bibra.
78.13	Spur	18.07	2.88	—	0.72	0.20	—	Spur	—	—	Bibra.
84.17	0.30	13.87	0.70	Spur	0.51	0.45	—	Spur	—	—	Bibra.
75.57	1.22	18.98	2.20	—	1.48	0.05	—	0.50	—	—	Bibra.
84.99	—	13.88	Spur	—	0.97	0.16	Spur	—	—	—	Bibra.
82.26	1.33	14.62	0.42	—	0.95	0.30	—	0.12	—	—	Bibra.
75.88	Spur	22.06	0.93	—	0.83	0.30	Spur	Spur	—	—	Bibra.
94.54	Spur	4.66	0.10	—	0.50	0.20	—	—	—	—	Bibra.

Patina.

Eine halbweg ausführliche und mit Versuchen belegte Arbeit über die Patina, welehe man auch den edlen Rest, die Antikbronze, Patina antiqua, Aerugo nobilis, verde antico und vielleicht wohl noch anders nennt, würde, selbst ohne den Gegenstand zu erschöpfen, gegen die übrigen Abtheilungen der vorliegenden Schrift einen unverhältnissmässig grossen Raum einnehmen. Es mögen daher hier nur fragmentarische Notizen stattfinden.

Nichts kann manchfaltiger sein, als die Verhältnisse, unter welchen sich die Patina bildet, oder besser: die, unter welchen sich die Kupferlegirungen allmälig zersetzen, und als die vier Hauptmomente, welche bei diesen chemischen Vorgängen die wirkenden sind, können bezeichnet werden:

a) Die Zusammensetzung der betreffenden Legirung, sowohl in qualitativer als auch in quantitativer Beziehung.

b) Die Art des Zusammenschmelzens der verwendeten Bestandtheile, bessere, weniger gute Mengung desselben, gleiche, ungleiche Mischung, feines, gröberes Korn der Legirung.

c) Dann der Ort, an welchem diese Legirung gelegen ist, und endlich:

d) Die der Länge der Zeit, in welcher die Legirung irgend welchen Einflüssen ausgesetzt war, denn unter günstigen Verhältnissen wirkt die Zeit in der That als ein chemisches Agens *).

Dass die Zusammensetzung einer Legirung auch ihre Zersetzung beeinflusst, liegt auf der Hand. Aber diese Zersetzung tritt unter sehr verschiedenen Umständen und Erscheinungen auf. Ich habe unter den aus Russland erhaltenen Bronzen welche gefunden, die bedeckt mit grüner Patina, im Querschnitte Schichten von weissem Zinnoxyde zwischen solchen von Kupferoxydul zeigten, bei andern tritt eine dünne

---

*) So habe ich früher gefunden, und in meinem Buche über die »Knochen und Zähne des Menschen und der Wirbelthiere« ausführlich dargethan, dass die Knorpelsubstanz sehr alter Knochen sich durch die Länge der Zeit von selbst in Leimsubstanz verwandelte, und das zwar die solcher Knochen, welche an sehr verschiedenen Orten gelegen hatten. So Knochen von Ursus spelaeus, aus der Knochenhöhle von Neusohl, solche von einer ägyptischen Mumie, aus einem alten, bei Schwebheim in Unterfranken von mir geöffneten Grabhügel (älter als der oben bezeichnete), und endlich die aus einem Torfmoore. B.

Lage von Zinnoxyd unter der grünen krystallinischen Patina hervor, während das Metall selbst kein Kupferoxydul enthält.

Man kann wohl sagen, dass die früher gemengten Oxyde sich trennten und dann wieder in Gruppen vereinigten, wie das bei der Bildung natürlicher Mineralien und bei mehreren gemengten Salzlösungen ebenfalls der Fall ist.

Dass das Korn und sorgfältiges Zusammenschmelzen von bedeutendem Einflusse ist, geht aus der guten Beschaffenheit der macedonischen Münzen hervor, deren ich oben erwähnte, und von denen man zuverlässig nicht annehmen kann, dass sie sammt und sonders von Alexander dem Grossen an, bis auf unsere Zeit, sorgfältig aufbewahrt worden sind. Ihre feste, homogene Beschaffenheit hat eben dem Eindringen zersetzender Agentien kräftigen Widerstand geleistet.

Wie aber der Ort einwirkt, hat Fellenberg gezeigt, dessen eigene Worte ich oben anführte. Als Hauptlager- oder Fundstätten sind dort der Torfschlamm, das Wasser und die Erde hervorgehoben. Welche unendlichen Abstufungen bieten aber wieder diese Lagerstellen in der Erde selbst, die Seichtigkeit derselben, oder ihre Tiefe, Trockenheit oder Feuchtigkeit, die Beschaffenheit dieser Feuchtigkeit selbst, welche, häufig oder selten, zu den Bronzen tritt, kohlensaure Wasser, mit Schwefelwasserstoff geschwängerte u. s. w. Welche Verschiedenheiten in der Zersetzung wird ein und dieselbe Legirung zeigen, von welcher ein Fragment eingeschlossen in eine Vase mit Knochenasche und trockenem Sande unter der Erde aufbewahrt ist, während das andere bei einem modernden thierischen Körper liegt!

Das bedarf keiner weiteren Entwicklung, und ebenso wenig das, dass auch die Atmosphäre von bedeutendem Einflusse auf frei stehende Bronzen ist. Häufig werden in unserer Zeit, in grössern Städten auch neuere Statuen bald schwarz. In denselben Städten aber, welche meist mit einem wohlthätigen Schleier von Kohlendampf bedeckt sind, giebt es auch keine braunen Sperlinge mehr, und die auf den Dächern spazierenden Kater sind ebenfalls, nicht blos bei Nacht, sondern auch bei Tage schwarz.

Warum sollten Bildsäulen nicht auch schwarz werden?

Um gerechter Entrüstung über solche unziemliche Bemerkungen wenigstens einigermassen versöhnend zu begegnen, gestehe ich zu, dass jene Schwärze nicht allein auf Rechnung der Kohle, sondern auch auf jene des Schwefels derselben zu setzen ist. Schwefelkupfer also, und das wohl schon deshalb, weil auch Statuen von reinem Kupfer ebenfalls schwarz geworden sind *); wenn aber Statuen in Nähe der See bald eine schöne Patina annehmen, so verdanken sie ohne Zweifel das den

*) Man hat Bedenken über den Umstand ausgesprochen, dass die Statue des grossen Kurfürsten in Berlin, welche sich früher hübsch grün patinirt hatte, jetzt schwarz werde, dass aber die Sklaven vom Postamente derselben von jeher schwarzbraun gewesen wären, obgleich ihre Zusammensetzung von jener des Kurfürsten nur wenig verschieden sei. Muthmasslich hat der Schwefel- und Kohlendampf seine Wirkung bereits auch schon auf die Statue selbst ausgeübt, bezüglich der schwarzbraunen Farbe der Sklaven aber habe ich mir die Möglichkeit gedacht, dass man sie sogleich beim Aufstellen des Denkmals absichtlich dunkel patinirt habe. Im Geschmacke jener Zeit (1703) wäre das keine Unmöglichkeit gewesen. Das ist freilich nur eine Vermuthung, aber alte Rechnungen, vielleicht noch vorhandene gleichzeitige Beschreibungen der Aufstellung und ähnliche Notizen, selbst gleichzeitige Abbildungen des Denkmals wären wohl im Stande einige Aufklärungen zu geben.

feinen Kochsalztheilen, mit welchen die Luft auf hoher See und an den Küsten stets geschwängert ist, und wenn man jene Patina untersucht, wird man Chlor in derselben finden. —

Dass die Patina eine sehr verschiedene Zusammensetzung haben kann, geht aus dem Vorausgeschickten hervor. Man hat sie bestehend gefunden:

Aus basischem kohlensaurem Kupfer.

Aus basischem kohlensaurem Kupfer und Schwefelkupfer.

Aus Malachit (halbkohlensaurem Kupfer) mit seltener Ueberlagerung von Kupferoxydul und Kupferlasur (zwei Drittel kohlensaurem Kupfer) Stolba.

Aus krystallinischem Kupferoxydul, nach Wibel ein Reduktions-Produkt des kohlensauren Kupfers durch das Kupfer der Bronze.

Endlich hat man Kupferchlorid in der Patina gefunden (Haidinger), was je nach dem Standorte der Statuen, oder dem Lagerplatze der Bronzen unter der Erde, unter gewissen Verhältnissen kaum anders sein kann, und ich selbst habe auf der See Geräthschaften von Kupfer und Messing, welche hie und da vom Seewasser bespritzt wurden, sich mit einem haltbaren Ueberzuge von Kupferchlorid (Atacamit) überziehen sehen.

Schlüsslich will ich einer Notiz von Chevreul erwähnen, in welcher er von ägyptischen Statuetten spricht. Er hat hohle und massive untersucht und sagt, dass die Bronze eine ganz vorzügliche sei und dass sie sich in vier Zuständen darbiete. Diese Zustände, von welchen freilich drei Patina oder zersetztes Kupfer sind, beschreibt er folgendermassen:

A. Ist eine grüne Lage, welche an einigen Stellen blau erscheint.

B. Eine blutrothe Masse.

C. Eine röhliche Bronze.

D. Ist von Ansehen gewöhnliche unalterirte Bronze.

Die Form A. ist Bronze im höchsten Grade der Verwitterung, es bestehen aus derselben auch die Ueberzüge der Statuetten. Sie besteht aus einer proportionirten Verbindung von Kupferchlorid mit Kupferoxyd und Wasser, in den Verhältnissen des Kupferoxydchlorids aus Peru (Atakamit), die blauen Partien enthalten Wasser, Kohlensäure und Kupferoxyd, es ist das blaue wasserhaltige kohlensaure Kupferoxyd.

B. Die blutrothe Masse besteht vorzugsweise aus Kupferoxydul, dem Zinnoxyd beigemengt ist. Es findet sich darin etwas Chlor, in manchen eine nicht unwesentliche Menge, die als Kupferchlorür darin enthalten zu sein scheint.

C. Die röthliche Bronze scheint dadurch entstanden zu sein, dass das Zinn derselben im Laufe der Zeit mehr alterirt wurde als das Kupfer.

D. Die wohlerhaltene Bronze fällt durch ihre trefflichen Eigenschaften auf (!).

Er fährt dann weiter unten fort:

»Kupfer und Zinn haben so von Aussen nach Innen allmälige Umsetzungen in Chloride, Oxyde und kohlensaure Oxyde erfahren, das Zinn ist in Oxyd, das Kupfer an der äussersten Schicht auch in Oxyd und Chlorid übergegangen, während es an der Berührungsschicht, mit der noch unveränderten Bronze im Innern, nur bis zum Oxydul sich oxydiren konnte.

In einem Risse einer Statuette fand der Verfasser Krystalle von blauem basisch kohlensaurem Kupferoxyd, salzsaurem Bleioxyd und wasserhaltigem Kupferoxydchlorid. —

Ich selbst habe die Patina mehrerer Bronzen aus der russischen Reihe und eben so jene von einigen der aus Hannover erhaltenen untersucht, und habe alle, der Hauptmasse nach, aus schwefelsaurem und kohlensaurem Kupfer bestehend gefunden.

Neben den, in verdünnter Salzsäure leicht löslichen, kohlen- und schwefelsauren Salzen habe ich ein in verdünnter Salzsäure nur wenig lösliches, wohl basisches schwefelsaures Kupfersalz (Graham-Otto B. III. p. 213) gefunden, löslich in Ammoniak und nach Behandlung der Lösung mit Salzsäure Schwefelsäure ergebend. Was Ammoniak nicht löst, besteht aus Spuren von Kieselerde und den übrigen in Salzsäure schwer oder gar nicht löslichen Bestandtheilen der Bronze, Zinn, Blei, und Spuren von Antimon. Chlor habe ich in den untersuchten Bronzen nicht gefunden. Ich will aber keineswegs behaupten, dass nicht in anderen Stücken dieser beiden Reihen sich Chlor befinden kann. —

Es liegen zahllose und zum Theile treffliche Vorschriften vor, um auf Kupfer, Bronze und Messing patinaähnliche Ueberzüge zu erzeugen, theils für die Zwecke der modernen Technik, theils auch um der antiken Patina ähnliche Ueberzüge zu bewerkstelligen. Aber ich muss in dieser Hinsicht auf die Quellen verweisen, welche reichlich angegeben sind bei dem Artikel Kupfer, in »Muspratts theoretisch-praktisch und analytischer Chemie in Anwendung etc.«, und will nur einige Versuche unter den mannichfachen, welche ich angestellt habe, angeben, welche sich so ziemlich bewährten.

Bringt man Bronze, einerlei, ob zinkhaltig oder nicht, in eine feuchte Atmosphäre von Ammoniak, so überzieht sich dieselbe rasch mit einem braunen Ueberzuge. Bürstet man das Stück mit einer feuchten Bürste und reibt es hierauf mit Linnen trocken, so erhält man einen braunen, ins Grünliche spielenden, leichten, aber vollständig haftenden Ueberzug, welcher manchen antiken Bronzen sehr ähnlich ist. Mit Oel bestrichen und wieder trocken gerieben tritt in den Vertiefungen ein grünlicher Ton stärker hervor. Ich habe mich zu diesen und andern Versuchen eines grösseren, aber fest verschliessbaren Glasgefässes bedient, wie solche zur Aufbewahrung grösserer anatomischer Gegenstände gebraucht werden, und während ich den Boden des Gefässes einige Zoll hoch mit feuchtem Sande bedeckte und hierauf etwas Ammoniakflüssigkeit zugoss, wurden die, vorher gut gereinigten, oder gelb gebrannten Gegenstände in dem mit Ammoniak geschwängerten Raum aufgehängt.

Bringt man blanke Bronzen in diesen Apparat, indem man anstatt des Zusatzes von Aetzammoniak ein Stückchen kohlensaures Ammoniak in einer Schale auf den feuchten Sand stellt, so überzieht sich rasch die Bronze mit einem prachtvollen, blauen, sammetartigen Abzuge. Nimmt man hierauf das Stück aus dem Apparate und bringt es längere Zeit in eine Atmosphäre von einer feuchten Kohlensäure, so wird der Ueberzug grünlich blau, aber er haftet nicht fest genug, und wird kaum für ächte Patina angesehen werden.

Bringt man hingegen eine Mengung von Salmiak und Aetzkalk, ein Gefäss mit Essigsäure und eine Kohlensäurequelle unter eine Glas-Glocke, in welcher sich Kupferbronze- oder Messingstücke befinden, so

erhält man auf denselben eine blaugrüne, krystallinische und festhaftende Patina.

Eine zweckmässige Reihenfolge dieser Verfahren, je nach dem gewünschten Tone des Patina-Ueberzugs, ergiebt bisweilen ganz gute Resultate, und ich glaube, dass auch grössere Bronze-Gegenstände auf diese Weise patinirt werden könnten, wenn man die Glasglocke durch einen leichten Holzverschlag ersetzen würde. Aber ich habe keine Gelegenheit gehabt, nach dieser Richtung hin Versuche anzustellen, und weiss eben so wenig, ob selbst der am festesten haltende Ueberzug, der mittelst Ammoniak, im Freien den Einwirkungen der meteorischen Niederschläge und anderen Einflüssen widerstehen würde. —

Hiemit schliesse ich die vorliegende kleine Schrift, und wenn der sehr geehrte Leser nicht schon hie oder da etwas in derselben gefunden hat, was ihn veranlasst, dieselbe nicht ganz ungünstig zu beurtheilen, so ist es jetzt zu späte ihn zu ersuchen das zu thun.

Namen der Chemiker, von welchen Untersuchungen angeführt sind.

Abel.
Ackermann.
Arnauden.
Berlin.
Berzelius.
Bibra.
Binko.
Bischoff.
Bley.
Bodemann.
Bolley.
Braunschweiger.
Buchner.
Commaille.
Church.
Darcet.
Davy.
Dize.
Donovan.
Elsner.
Eschka.
Fellenberg.
Field.
Finkener.
Fleck.
Forbes.
Genth.
Girardin.
Goebel.
Görgey.
Hampe.
Hawranek.
Held.
Heyl.
Hlasiwetz.
Hünefeld.
Jahn.
Kampmann.
Kopp.
Künzel.
Leval.
Liebich.
Lill.
Lisch.
Ludwig.
Mallet.
Mitscherlich.
Moëssard.
Monse.
Olshausen.
Onnen.
Otto.
Pearson.
Phillips.
Picht.
Pöpplein.
Quadrat.
Rauch.
Reichardt.
Reimann.
Roux.
Salvetat.
Santen.
Schmid.
Seyfarth.
Sonnenschein.
Souchay.
Stengel.
Stolba.
Struve.
O'Sullivan.
Terreil.
Thomson.
Tieftrunk.
Ulich.
Vauquelin.
Wagner.
Weber.
Wibel.
Wilson.
Wimmer.
Ziurek.

LANE MEDICAL LIBRARY

To avoid fine, this book should be returned on or before the date last stamped below.


QD
137
C6
B5
1869
LANE
HIST
am

